Zur Kenntnis des Baues, der Entwicklung und der Inhaltsverhältnisse der Ausläufer und Rhizome.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät der
Georg August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Ernst Benneker
aus Hammersbeck (Prov. Hannover)

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Göttingen 1915
Druck von Ernst Hofer, Göttingen.

Angenommen
von der mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung.

Tag der mündlichen Prüfung: 3. November 1915.
Referent:
Herr Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Berthold.

Meinen lieben Eltern.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548110_0149

Einleitung.

Über die Organisation der Rhizome und Ausläufer sind seit der Mitte des verflossenen Jahrhunderts eine größere Anzahl von Arbeiten erschienen, die sich aber meist nur mit den anatomischen Verhältnissen befassen, besonders mit den anatomischen Verschiedenheiten zwischen Rhizomen und oberirdischen Stengeln. Es kommen hier vor allem folgende Arbeiten in Betracht:

Vaupell, Untersuchungen über das peripherische Wachstum der Gefäßbündel der dikotylen Rhizome. Leipzig 1855.

Chatin, Sur les caractères anatomiques des Rhizomes. Bulletin de la Soc. Bot. de France. t. V, 1858.

Elfving, Über einige horizontal wachsende Rhizome. Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg. II. Band, Heft 3, 1880.

Constantin, Étude comparée des tiges aériennes et souterraines des Dikotyledones. Ann. des Sc. naturelles, Botanique. VI., 16. 1882.

Rothert, Vergleichend anatomische Untersuchungen über die Differenzen im primären Bau der Stengel und Rhizome krautiger Phanerogamen. Preisschrift, Dorpat 1885

Ortmann, Beiträge zur Kenntnis unterirdischer Stengelgebilde. Diss. phil. Jena 1886.

Haupt, Vergleichende Untersuchungen über die Anatomie der Stämme und unterirdischen Ausläufer. Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. XI., 1. Stockholm 1887.

Thouvenin, Recherches sur la structure des Saxifragacées Ann. des Sc. naturelles, Botanique. VII. 12. 1890.

Jost, Die Zerklüftung einiger Wurzeln und Rhizome. Bot. Ztg. 1890. Nr. 28—32.

Noelle, Beiträge zur vergleichend anatomischen Untersuchung der Ausläufer. Diss. phil. Freiburg i. B. 1892.

Dauphiné, Recherches sur les variations de la structure des Rhizomes. Ann. des Sc. naturelles, Botanique. IX, 3. 1906.

Hollstein, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Stengel und Rhizome von dikotylen Alpenflanzen. Diss. phil. Göttingen 1907.

Michel, Zur Kenntnis der Jahresperiode unserer Stauden. Diss. phil. Göttingen 1909.

Chaillot, Sur la biologie et l'anatomie des Labiées à stolons souterrains. C. R. Acad. Sci. Paris CLX. 1912. p. 589—592.

Als hauptsächlichste Resultate dieser Untersuchungen mögen folgende hier kurz angeführt werden:

Bei den Rhizomen, besonders den unterirdischen, ist das Schutzgewebe (Phellogen, Endodernis) stärker entwickelt; Trichombildungen sind seltener; das Verhältnis von Mark zu Rinde ist kleiner als im Stengel; das Mark weist seltener eine zentrale Höhlung auf; häufiger führt dagegen die Rinde luftführende Hohlräume; die im ganzen schwächer ausgebildeten mechanischen Elemente zeigen gegenüber dem Stengel eine zentripetale Tendenz, die in der spezifischen Inanspruchnahme ihre physiologische Erklärung findet; in den im ganzen weniger stark als im Stengel entwickelten Leitbündeln überwiegt das relativ mächtig entwickelte Phloëm das stark reduzierte Xylem; der Umriss des Rhizoms ist mehr abgerundet; Speichergewebe und Reservesubstanzen werden stärker ausgebildet.

Alle oben angeführten Arbeiten, auch die experimentell physiologischen Versuche von Constantin über den direkten Einfluss des Erdbodens auf die Organisationsverhältnisse der Rhizome dienen ausschliesslich vergleichend-anatomischen Zwecken.

Für die Entwicklung der Rhizome ist schliesslich noch von Bedeutung, dass Dauphiné ebenfalls auf vergleichend anatomischem Wege den fördernden Einfluss der Adventivwurzeln und oberirdischen Sprosse auf die Ausbildung mechanischen Gewebes

im Rhizom nachgewiesen hat. Im übrigen sind in diesen Arbeiten die Änderungen der Organisationsverhältnisse während der Entwicklung, im besonderen die Inhaltsstoffe nicht berücksichtigt worden.

Hier setzen nun als erste die Untersuchungen von Michel[1]) ein, anschliessend an weniger eingehende Ausführungen von Rosenberg[2]) und Leclerc du Sablon[3]). In dieser Arbeit hat Michel nachgewiesen, dass die Reservesubstanzen — hier handelt es sich vor allem um Stärke und reduzierende Substanzen — in den ausgewachsenen Speicherrhizomen der Stauden im Verlaufe der Jahresperiode einer typischen Rythmik unterworfen sind, sodass der Stärkegehalt ein Maximum gegen Ende Oktober, ein Minimum im Januar hat; umgekehrt verhält sich die reduzierende Substanz.

Eine derartige Rythmik der Inhaltsstoffe auch einmal während der Entwicklung zu verfolgen, erschien im Anschluss an die Michelschen Untersuchungen von Interesse. Die vorliegende Arbeit hat sich nun die Aufgabe gestellt, die Entwicklung einiger unter- und oberirdischer, speziell kriechender Rhizome einmal von Beginn der Entwicklung an näher zu verfolgen, besonders in Bezug auf das Verhalten der Inhaltsstoffe in den verschiedenen Regionen und Geweben des einzelnen Rhizoms sowohl, als auch im Laufe der Jahresperiode. In erster Linie hielt ich mich dabei an die mikrochemische Methode, indem ich die verschiedenen Regionen und Entwicklungsstadien der Rhizome auf ihren Gehalt an Gerbstoff und Stärke, nebenbei auch an anderen Inhaltsstoffen untersuchte. In zweiter Linie wurden auch anatomisch-morphologische Verhältnisse mit berücksichtigt, da der Zusammenhang zwischen beiden erst ein vollständiges Bild von der Organisation des Rhizoms gibt.

Bei der Auswertung der Resultate ist jedoch zu berücksichtigen, was auch im Verlaufe der Einzeluntersuchungen häufig angedeutet ist, dass der Standort und andere äussere Faktoren einen derartigen Einfluss auf die Ausbildung der besonders wäh-

---

[1]) Dissertation Göttingen 1909.

[2]) Bot. Zentralblatt 1896 LXVI pg. 337.

[3]) Rev. de Bot. 1898 X; 1904 XVI; 1906 XVIII.

rend ihrer unterirdischen Entwicklung unkontrollierbaren Rhizome hat, dass der direkte Vergleich häufig nur mit Vorsicht zu ziehen ist, vor allem auch, wenn während der ganzen Jahresperiode neue Ausläufer ausgetrieben werden.

Bei schon vorhandenen parallelen oder abweichenden Angaben Michels habe ich sie im Verlaufe der Arbeit mit bemerkt.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden ausgeführt im Sommer 1914 und Winter 1914/15 im Pflanzenphysiologischen Institut zu Göttingen. Die Materialien stammen zum grössten Teil aus dem „System" des botanischen Gartens, nur Galeobdolon luteum wurde im Göttinger Walde gesammelt. Ebenso wurden Ajuga reptans, Ranunculus repens und Aegopodium Podagraria ihrem natürlichen Standort entnommen. Von den Pflanzen wurde sofort nach dem Einsammeln ein Teil mit Kaliumbichromat injiziert, der Rest in Alkohol konserviert. Doch wurde das Alkoholmaterial nur in zweifelhaften Fällen, besonders bei Anwesenheit grösserer Gerbstoffmengen, wenn selbst Chloraljod nicht zur Aufhellung genügte, auf Stärke untersucht.

Einzeluntersuchungen.

Trifolium repens L.

Der dem Erdboden anliegende und deshalb nicht immer ganz wagerecht orientierte Ausläufer hat einen fast kreisrunden, etwas abgeplatteten Querschnitt. Im ausgewachsenen Zustande nimmt das Mark den grössten Teil, etwa $^2/_3$, des Rhizomdurchmessers ein. 8—12 isolierte Gefässbündel, welche mehr oder minder breite Markstrahlen zwischen sich lassen und sich erst spät durch ein nur schwaches interfaszikulares Dickenwachstum zu einem Ringe schliessen, trennen es von der nicht sehr stark entwickelten Rinde, welche durchweg oberseits eine grössere Mächtigkeit besitzt als unterseits.

19. 5. 14.

An den diesjährigen, 3,5 cm langen, schwach grünlich gefärbten Ausläufer, der noch unbewurzelt ist und an jedem Knoten ein Laubblatt trägt, schliessen sich an der vorjährige und geringe Reste des vorvorjährigen Ausläufers. Die Länge der 4 freiliegenden, bereits fertig entwickelten Internodien beträgt von der Spitze zur Basis: 1,4—0,7—0,3—0,2 cm.

Schnitt a bis d: längs durch die Spitze, quer in der Mitte des neuen sowie des vorjährigen Triebes, längs durch eine Knotenregion in 2,3 cm Entfernung von der Spitze.

In der von dem Blattgrund der jugendlichen Laubblätter umhüllten Spitzenregion liegen 3 noch meristematische Internodien von 0,12—0,25—0,52 mm Länge, die sich nur durch die

verschieden grosse Mächtigkeit des Markes und die ansitzenden Blattbasen mit den austretenden Blattspuren gegeneinander abgrenzen. Die jugendlichen Partien sind dicht besetzt mit kurzgestielten, mehrzelligen, von ausgeschiedenen Schleimmassen eingehüllten Drüsenhaaren. Hieran schliessen sich 2 bereits wesentlich weiter differenzierte und stärker gestreckte Internodien von 2,55 und 8,5 mm Länge an, die durch stärkereichere Knotenregionen von einander geschieden sind. Schon in nächster Nähe des Vegetationskegels setzt eine stärkere Dickenentwicklung der oberen Rinde gegenüber der unteren ein. In b hat sich bereits stellenweise ein interfaszikulares Kambium gebildet; das sekundäre Dickenwachstum hat eingesetzt. In 1,2 cm Entfernung von der Spitze beginnen die peripheren Partieen der den Siebteilen nach aussen vorgelagerten, zunächst noch schwach verdickten Fasersicheln sowie einzelne Xylempartieen zu verholzen. Die den Phloëmbelegen nach aussen und dem Xylem nach innen vorgelagerten, Oxalatkristalle führenden Kammerfasern sind bis in die ganz jugendlichen Internodien hinauf zu verfolgen. In c ist unter der zum Teil abgestorbenen Epidermis eine nicht sehr mächtige Phellogenschicht entstanden. Die Leitbündel, welche stark verdickte Faserelemente mit sehr reduziertem Zellumen zerstreut im Xylem und Ploëm, sowie vor allem in den Siebteilbelegen führen, weisen ein mächtiges intrafaszikulares Dickenwachstum auf, besonders auf der Unterseite des Querschnittes, sodass der Durchmesser des Markes auf etwa $^1/_3$ des gesamten Rhizomdurchmessers reduziert ist. Das Kambium ist nur zum Teil interfaszikular geschlossen.

a: Unter dem schwach gelblich gefärbten, von den jugendlichen, ziemlich viel Stärke führenden Blättern überdeckten Vegetationskegel setzt in einer Entfernung von 0,18 mm von der Kuppe eine nicht sehr intensive Speicherung feinkörniger Stärke ein, die in den 3 jüngsten Internodien ziemlich gleichbleibt. Bedeutend intensiver als im Mark ist die Stärkespeicherung in der Rinde, die sich in die jugendlichen Blätter fortsetzt. Im ältesten dieser 3 Internodien nimmt die Stärkemenge nach dem unteren Ende hin etwas ab, besonders in der Rinde. Wenig mehr Stärke liegt im nächsten Internodium, dessen Zellen auch noch stark ra-

dial gestreckt, aber bereits bedeutend plasmaärmer und durchsichtiger sind; die Rinde führt etwas mehr Stärke als das Mark. Die Knoten unterscheiden sich von den Internodien durch eine etwas intensivere Stärkespeicherung. Die Bündelzone ist von Anfang an stärkefrei. Eine wesentlich grössere Menge grobkörniger Stärke findet sich nach Überschreitung eines beträchtlichen Maximums in der Knotenregion im nächstälteren, bereits vollkommen fertig ausgebildeten Internodium. Unterseitige Rinde und Mark enthalten hier etwa gleich viel, die oberseitige Rinde bedeutend mehr. Nahe am Vegetationspunkt ist ein Blütenköpfchen angelegt, das ebenfalls ziemlich viel Stärke enthält. In der Knotenregion zwischen dem 4. und 5. Internodium liegt eine Adventivwurzelanlage, die schwach gelblich gefärbt ist, aber keine Stärke enthält; nur die Calyptra führt wenig, das umgebende Rindenparenchym etwas mehr Stärke. Bemerkenswert ist noch, dass an drei untersuchten Exemplaren, die ein Blütenköpfchen in der Spitze eingeschlossen enthielten, auch in nächster Nähe des Vegetationspunktes eine Adventivwurzelanlage vorhanden war, während sie bei anderen Exemplaren, wo ein solches Köpfchen nicht angelegt war, fehlte.

b: Chlorphyll findet sich in der Rinde, namentlich oberseits, ausserdem in den Markstrahlen, im peripheren Mark, vor allem der Oberseite und in den parenchymatischen Elementen der Gefässbündel.

Gerbstoff fehlt.

Stärke findet sich mittelviel in gleichmässiger Verteilung über den ganzen Querschnitt. Bündelparenchym und kambiale Zone, intra- wie interfaszikular, enthalten nur wenig sehr feinkörnige Stärke, ebenso die Hypodermis. Die Epidermis ist stärkefrei.

c: Wenig Gerbstoff oberseits in Epidermis, soweit noch lebendig und vorhanden, und äusserster Zellreihe des Korkes; auf der Unterseite nur ganz geringe Spuren. Braune Massen füllen die Gefässe vieler Bündel und zeigen dadurch die Nähe des organischen Endes an.

Stärke liegt ziemlich viel im ganzen Querschnitt, oberseits besonders in der peripheren Rinde; relativ viel auch im Bündelparenchym. Kork und Epidermis sind stärkefrei.

d: Ein Längsschnitt durch eine Knotenregion zeigt besonders prägnant die Stärkeunterschiede zwischen oben und unten. Im Knoten ist ein deutliches Stärkemaximum zu bemerken, das unterseits in Rinde und Mark am grössten ist. Hier ist nach der Jodfärbung alles schwarz, während oberseits die Menge nach dem Knoten zu nur wenig anwächst. Auch erstreckt sich das Maximum im unteren Mark über eine längere Partie als oberseits. Unter dem Knoten ist mehr Stärke gespeichert als darüber.

Ein minimaler Gerbstoffniederschlag findet sich also nur in der Epidermis bzw. Korkschicht der älteren Partieen des Rhizoms.

Die im ganzen mittelgrosse Stärkemenge nimmt von der Spitze nach dem unteren Ende hin allmählich zu. Ein partielles Minimum liegt im 3. Internodium, in 0,9 mm Entfernung vom Vegetationspunkt; unterhalb dieser Streckungsregion nimmt die Stärkemenge oberseits bedeutend schneller zu als unterseits.

16. 6. 14.

An dem 10.5 cm langen, neuen Ausläufer sitzen noch 4,2 cm des vorjährigen. Die mittleren, gestreckten Internodien haben eine Länge von etwa 1.7 cm. Ausser einer Reihe kräftiger Laubblätter zeigt das Exemplar 2 Inflorescenzen, eine aus der Hauptachse und eine aus einem Seitenzweig entspringend.

Schnitt a bis c: 2 und 9 cm von der Spitze entfernt, durch die Mitte des vorjährigen Rhizomabschnittes.

In a sind die Phloëmbelege nur erst schwach collenchymatisch verdickt und noch unverholzt. Vor ihnen liegen bereits die Oxalatkristalle führenden Kammerfasern. Das Dickenwachstum hat schwach eingesetzt. Wenige in Schleimmassen eingehüllte Drüsenhaare sitzen auf der Epidermis. In b ist eine schwache hypodermale Phellogenschicht entstanden. Das Dickenwachstum ist, namentlich in den Gefässbündeln der Unterseite, erheblich weiter fortgeschritten; besonders hat der vollkommen geschlossene Kambiumring auch interfaszikular einen relativ starken sekundären Zuwachs bewirkt, sodass ein ziemlich mächtiger Holzring das

Mark umschliesst, das stellenweise abzusterben beginnt. Die Bastbelege auf den Bündeln besonders der Unterseite sind bereits so stark verdickt, dass das Zellumen fast ganz verschwunden ist. Ausserdem finden sich unterseits im inneren Siebteil zerstreut liegende, stark verdickte Fasern, die oben fast ganz fehlen. Ebenso sind oberseits bedeutend schwächer entwickelt die sklerenchymatischen Belege auf der Innenseite der Gefässbündel, sowie die Faserelemente des Holzkörpers. Färbungen mit Phloroglucin-Salzsäure, sowie mit Anilinsulfat ergaben, dass die Zellwandungen der Bastbelege der Oberseite bedeutend stärker verholzt sind. Die tertiären Verdickungsschichten der Bastbelege der Unterseite ergeben mit Jod eine tiefe Rotfärbung, während sie oberseits nur gering entwickelt sind und sich gelbbraun färben. Diese Unterschiede der tertiären Verdickungsschichten der Ober- und Unterseite in ihrem Verhalten gegenüber Jodjodkalium hat schon Michel konstatiert; nicht bestätigt fand ich dagegen seine Angabe, dass die Verholzung der Fasersicheln auf der Unterseite stärker sei, als auf der Oberseite. Verholzt sind ausserdem noch die den Gefässbündeln zugekehrten Membranhälften der Kammerfasern, die den Bündeln aussen und innen vorgelagert sind. An diese verholzten Teile der Zellwände sind Oxalatkristalle angewachsen. Oberseits treten die Kammerfasern meist zahlreicher auf. Die Epidermiszellen der Oberseite sind kleiner und besitzen eine derbere Membran mit einer stärker gefältelten Cuticula als die der Unterseite. In c schliesst der Querschnitt nach aussen mit einer Korkschicht ab und weist besonders unterseits eine von zahlreichen Sklerenchymfasern durchsetzte, intrafaszikulare sekundäre Zuwachszone auf, während interfaszikular nur stellenweise ein Kambialgewebe vorhanden ist.

a: Chlorophyll ist sehr wenig vorhanden, da die vorderen Partieen durch anliegende Blätter eingehüllt sind, in der Rinde, oberseits mehr, in den Markstrahlen und dem peripheren Mark.

Gerbstoff nur spurenweise in der oberen Hypodermis, etwas mehr in den Drüsenköpfchen auf der Epidermis.

Stärke in den Schliesszellen der zahlreichen Spaltöffnungen, in der den Siebteil umgebenden Stärkescheide, die interfaszikular aussetzt. Spuren feinkörniger Stärke im Siebteil und in der

Rinde, auf der Unterseite wenig mehr als auf der Oberseite. Im ganzen ist nur sehr wenig Stärke vorhanden, sie färbt sich mit Jodjodkalium braun-violett.

b: Neben dem Chlorophyll, das besonders in den parenchymatischen Elementen um die Gefässbündel der Oberseite liegt, findet sich hier schon makroskopisch erkennbares Anthozyan auf der Oberseite in der Hypodermis.

Einen nur sehr schwach braun gefärbten Zellinhalt weisen nach der Injektion von Kaliumbichromat die oberen Epidermis- und Hypodermiszellen auf.

Stärke fehlt fast ganz im zentralen Mark. Sonst ist ziemlich viel vorhanden, und zwar enthalten die parenchymatischen Elemente der Gefässbündel und die kleinzelligere Rinde der Unterseite mehr Stärke als die der Oberseite, Oberseits liegt die Stärke vor allem in der peripheren Rinde und in den inneren Zellreihen der Phellogenschicht. Es ist erheblich mehr Stärke gespeichert als in b vom 19. 5. 14.

c: Ein Querschnitt durch das vorjährige Rhizomstück zeigt viel Stärke in der beiderseitigen Umgebung der Gefässbündelzone, vor allem in der inneren Rinde und in den Markstrahlen, etwas weniger im peripheren Mark. In den mittleren und peripheren Partieen der unteren Rinde liegt erheblich mehr als oberseits, wo unter der ziemlich intensiv gebräunten Korkschicht nur wenig feinkörnige Stärke vorhanden ist.

Gerbstoff findet sich also noch fast in denselben minimalen Mengen vor wie am 19. 5. 14.

Die Stärkemenge hat dagegen zugenommen; sie steigt wieder an von der Spitze nach dem unteren Ende, wo sie vorzugsweise auf der Unterseite liegt.

17. 7. 14.

Ausser dem 16,7 cm langen, diesjährigen Rhizom, dessen längste Internodien 2 cm betragen, und das einige kräftige Seitenzweige und Infloreszenzen trägt, ist noch fast das ganze vorjährige Rhizom lebendig. An den älteren Partieen, sowie an den Verzweigungsstellen entspringen kleinere Büschel von Adventivwurzeln,

Schnitt a bis c: 1,12 und 16,5 cm von der Spitze entfernt.

In a sind, abgesehen von den schwach verholzten und verdickten Fasersicheln und einigen wenig stärker verholzten Xylempartieen, noch sämtliche Gewebe zartwandig. In b ist das sekundäre Dickenwachstum besonders auf der Unterseite schon relativ weit fortgeschritten, ebenso die Ausbildung der mechanischen Elemente der Gefässbündel; auch ist eine Phellogenschicht angelegt. Noch stärker sind die Unterschiede zwischen oben und unten bei c, wo auf der Oberseite die Rinde fast dreimal so mächtig, die Gefässbündelzone infolge des geringeren sekundären Dickenwachstums nur halb so mächtig ist wie auf der Unterseite. Das starke sekundäre Dickenwachstum am unteren Ende des diesjährigen Triebes hört mit Beginn des vorjährigen Rhizomabschnittes wieder auf.

a: Gerbstoff tritt nur sehr wenig in einigen oberseitigen Hypodermiszellen auf.

An Stärke finden sich in der Epidermis nur einzelne kleine Körnchen, in der Hypodermis liegt ziemlich wenig relativ feinkörnige Stärke, in der Rinde mittelviel. Die unterseitige Rinde enthält mehr grosskörnigere, durch Jod dunkler gefärbte Stärke. Besonders feinkörnig ist die Stärke innerhalb der Bündel; Siebteil und Holzparenchym der Oberseite enthalten nur wenige Körnchen, unterseits ist besonders im Siebteil mehr enthalten. Die interfaszikulare Kambiumzone ist frei von Stärke. Ziemlich viel liegt im unterseitigen peripheren Mark.

b: Einzelne Zellen der oberseitigen Epidermis und Hypodermis enthalten etwas Gerbstoff.

Der Querschnitt ist mit Stärke vollkommen angefüllt, besonders unterseits. Auch die parenchymatischen Elemente des Holz- und Siebteils enthalten unterseits bedeutend mehr Stärke. Die obere Epidermis ist im Gegensatz zur unteren stärkefrei, ebenso der periphere Teil der Korkschicht.

c: Am unteren Ende, wo die Internodien sehr gestaucht und die Blattspuren sehr gedrängt sind, hören die Unterschiede in der Dickenentwicklung und Stärkespeicherung der Ober- und Unterseite allmählich auf; sonst wie b.

Zwei Längsschnitte d und e durch Knotenregionen in 3,5

und 15,5 cm Entfernung von der Spitze zeigen wieder das Stärkemaximum.

In **d**: liegt unter dem Knoten weniger Stärke als darüber, besonders das zentrale Mark ist hier fast leer. In der Knotenregion hören die Unterschiede in Bezug auf die Stärkespeicherung der Ober- und Unterseite auf und setzen in einiger Entfernung besonders oberhalb des Knotens erst allmählich wieder ein.

In **e**: tritt das Maximum nicht sehr hervor, weil alle Gewebselemente schon sehr viel Stärke enthalten. Über und unter dem Knoten sind die Verhältnisse in der Stärkespeicherung dieselben.

Die Spitzenregion wurde näher untersucht an Serienschnitten durch einen Seitenzweig, an dem ganz vorn sich ein sehr jugendliches, noch vollkommen geschlossenes Blütenköpfen erhebt. Unter der 0,4 cm langen Knospe liegen 2 Internodien von 0,6 und 1,9 cm Länge. In der Knospe selbst ist nur ein Internodium von 0,53 mm Länge deutlich abgegrenzt. In der unter ihm liegenden Knotenregion verbreitert sich das Mark plötzlich erheblich infolge einer mächtigen Adventivwurzelanlage und der austretenden Spur der hier abzweigenden Blütenachse.

Schnitt a bis h: durch die Spitze längs einschliesslich 2 mm des ersten ausserhalb der Knospe liegenden Internodiums, quer durch die Mitte dieses Internodiums, längs durch die nächste Knotenregion, quer durch das 1,9 cm lange Internodium in 2—7 12—17 mm Entfernung von dessen oberem Ende und 3 mm unterhalb des nächsten Knotens.

In b sind noch sämtliche Gewebe zartwandig, abgesehen von den schwach collenchymatisch verdickten, aber bereits eine grosse Mächtigkeit besitzenden Phloëmbelegen, denen schon die Oxalat führenden Kammerfasern vorgelagert sind. Auf der Epidermis sitzen zahlreiche Drüsenhaare, welche die jugendlichen Rhizompartieen ganz in ausgeschiedene Schleimmassen einhüllen. In d und e hat das sekundäre Dickenwachstum bereits eingesetzt, sonst wie b. In der interfaszikularen Kambialzone weisen vereinzelte Zellen eine tangentiale Teilwand auf. In f hat die Verholzung der peripheren Partieen der Phloëmbelege, sowie einiger Xylempartieen und einzelner Zellen des interfaszikularen Markes

begonnen. In g ist die Verholzung, sowie das sekundäre Dickenwachstum etwas weiter fortgeschritten, und in h haben sich die verholzten Xylempartieen und interfaszikularen Prosenchymelemente fast zu einem geschlossenen Holzring vereinigt. Die stärker verdickten Siebteilbelege der Unterseite färben sich bei Jodzusatz rot.

a: 0,15 mm unter der Kuppe des stärkefreien Vegetationskegels setzt eine ziemlich intensive Speicherung feinkörniger Stärke ein, die in der ersten Knotenregion ein Maximum hat. Im ersten Internodium nimmt sie etwas ab; die Rinde enthält hier mehr Stärke als das Mark. Im nächsten Knoten nimmt die Menge wieder stark zu; doch ist die Anlage der Adventivwurzel stärkefrei, nur die Calyptra führt wenig, das umgebende Parenchym viel Stärke. Im 2. Internodium nimmt die Menge erheblich ab, sodass in

b: Mittelviel Stärke, weniger als im ersten Internodium, in ziemlich gleichmässiger Verteilung im ganzen Querschnitt liegt. Das Bündelparenchym enthält wenig sehr feinkörnige Stärke, die den Siebteilen nach aussen vorgelagerte Stärkescheide am meisten. In der Rinde liegt wenig mehr Stärke als im Mark.

c: Nach dem Knoten hin wächst die Stärkemenge an bis zu einem Maximum und nimmt darunter wieder ab, oberseits in der Rinde jedoch weniger als unterseits und im Mark. sodass in

d: In der oberseitigen Rinde unter der gebräunten Epidermis und Hypodermis etwas mehr Stärke liegt als in der unterseitigen Rinde. Die Gefässbündel werden durch interfaszikulare Streifen stärkearmen Parenchyms mit einander verbunden. Sonst ist die Verteilung der Stärkemenge, die wenig grösser als bei b ist, ziemlich gleichmässig.

e: Wenig mehr Stärke als bei d.

f: Ebensoviel wie bei e. Der Unterschied in der Stärkemenge der ober- und unterseitigen Rinde ist hier noch deutlicher ausgeprägt.

g: Die Stärkemenge hat weiter etwas zugenommen; die oberseitige Rinde enthält mehr als die unterseitige.

h: Viel Stärke liegt zu beiden Seiten der Bündelzone. Die

oberseitige Rinde enthält, besonders peripher, bedeutend weniger, als die unterseitige. Das zentrale Mark, welches abzusterben beginnt, ist stärkefrei.

Gerbstoff ist in diesem Rhizom also nur wenig mehr ausgefällt, als in den jüngeren Stadien der früheren Monate.

Die Stärkemenge, die sich in sämtlichen parenchymatischen Elementen des Querschnittes, namentlich auf der Unterseite, findet, nimmt nach Überschreitung eines Minimums in der Streckungszone, unterhalb dessen die Speicherung grobkörniger Reservestärke oberseits schneller wieder einsetzt, ziemlich regelmässig von der Spitze nach dem unteren Ende hin zu. Im ganzen ist in diesem Ausläufer erheblich mehr Stärke abgelagert, als in dem am 16. 6. 14 untersuchten Exemplar.

13. 8. 14.

Der 38,5 cm lange Ausläufer ist vollkommen beblättert und trägt zwei schwach entwickelte, kurze Seitenzweige. Die am stärksten gestreckten Internodien liegen nicht ganz $^2/_3$ der Rhizomlänge von der Spitze entfernt; doch hängt im Einzelnen die Länge der Internodien ausserdem noch von der Bewurzelung des Rhizoms ab, die sich bis wenige cm von der Spitze entfernt erstreckt. Einem bewurzelten Knoten benachbarte Internodien sind gewöhnlich wesentlich kürzer.

Schnitt a bis e: Längs durch die Spitze, quer durch die Achse 1—13—25—37 cm von der Spitze entfernt.

In der Knospe liegen unter der 0,45 mm langen, undifferenzierten Spitze 2 Indernodien von 0,23 und 1 mm Länge. An den 3 jüngsten Knotenregionen sitzt in alternierender Stellung je eine Seitenknospe, im übrigen ist die Knospenregion eingehüllt in jugendliche noch unentfaltete Laubblätter. Bei b ist unter der kleinzelligen Epidermis stellenweise eine Phellogenschicht im Entstehen begriffen. Die Unterschiede in der unter- und oberseitigen Gefässbündelentwicklung sind schon schwach vorhanden. Die den Phloëmpartieen vorgelagerten Fasersicheln sind besonders unterseits schon ziemlich stark verdickt und verholzt, ebenso die sklerenchymatischen Elemente des Xylems. Das sekundäre

Dickenwachstum ist intra- zum Teil auch interfaszikular, besonders auf der Unterseite bereits ziemlich weit fortgeschritten. Das zentrale Mark ist dabei abzusterben und wird nach innen durch ein Kallusgewebe abgeschlossen. Bei c hat die sekundäre Zuwachszone eine erheblich grössere Mächtigkeit erlangt als bei b. Die den Sieb- und Holzteilen vorgelagerten Fasersicheln weisen derartig starke Wandverdickungen auf, dass die Zellumina, besonders unterseits, fast ganz verschwunden sind; auch innerhalb des Sieb- und Holzteiles liegen zahlreiche starke verdickte Faserelemente. Bei d treten besonders in der Korkbildung Differenzen auf. Während unterseits nur die Hypodermis verkorkt ist, sind einzelne periphere Partieen der grosszelligeren, oberseitigen Rinde stellenweise durch eine tiefer eindringende Phellogenschicht zum Absterben gebracht. Diese Verkorkung schreitet aber nicht mit dem Altern fort. Der im ganzen etwas dickere Querschnitt e weist ein sehr starkes sekundäres Dickenwachstum auf. Die typischen Unterschiede zwischen Ober- und Unterseite gleichen sich hier ziemlich aus.

a: In 0,12 mm Entfernung von der Kuppe des Vegetationskegels setzt im Mark eine zunächst ziemlich schwache Speicherung feinkörniger Stärke ein, die ziemlich schnell anwächst und im ersten Knoten ein beträchtliches Maximum erreicht. Zwischen den ersten beiden Knoten liegt ein 0,05 mm lange Partie geringerer Stärkespeicherung, die Anlage des jüngsten Internodiums, das sich zu strecken beginnt. Das zweite, bereits erheblich weiter gestreckte Internodium weist eine solche stärkearme Zone von 0,53 mm Länge auf. Zwischen beiden liegt in und zu beiden Seiten der Knotenregion eine ziemlich breite Partie, die ebenso dicht mit Stärke angefüllt ist wie die erste Knotenregion. Die nächstältere Knotenpartie enthält zwar ebenfalls mehr als die benachbarten Internodien, aber längst nicht soviel wie die beiden ersten Knotenpartieen. Von hier ab beginnt sich das Rhizom allmählich mit grobkörniger Reservestärke zu füllen. Die Rinde enthält in diesen jugendlichen Partieen etwas mehr als das Mark.

b: Gerbstoffinhalt in der oberen Epidermis nur andeutungsweise.

Stärke nicht sehr viel über den ganzen Querschnitt ziemlich gleichmässig verteilt bis auf das zentrale Mark, welches stärkefrei ist. Auch das periphere, unterseitige Mark enthält stellenweise weniger, feinkörnigere Stärke. Am meisten liegt zu beiden Seiten der Bündelzone.

c: Chlorphyll ist ziemlich reichlich in der primären Rinde, besonders oberseits, unter der gerbstoffhaltigen Epidermis.

Stärke findet sich sehr viel in sämtlichen parenchymatischen Geweben des Querschnitts. Nur das zentrale, zum Teil abgestorbene Mark führt ziemlich wenig, etwas weniger auch die peripheren Partieen der oberseitigen Rinde. Die parenchymatischen Elemente der Gefässbündel enthalten relativ ziemlich viel, feinkörnigere Stärke

d: Die abgestorbene Epidermis und die peripheren Partieen des Phellogens sind gebräunt, besonders oberseits. Die Gefässe enthalten stellenweise dunkelbraunen Inhalt.

Stärke ist ziemlich viel enthalten in der primären Rinde, besonders in der unterseitigen, sowie im peripheren Mark, geringe Mengen auch im Siebteil der Gefässbündel. Oberseits ist unter der relativ mächtigen Korkschicht weniger Stärke gespeichert als auf der Unterseite; ebenso enthält das zentrale absterbende Mark ziemlich wenig. Nach dem unteren Ende hin nimmt die Stärkemenge zu, sodass in

e: Der Querschnitt gleichmässig mit Stärke angefüllt ist.

Die Gerbstoffbräunung erstreckt sich in diesem Entwicklungsstadium also weiter nach der Spitze hinauf; sie findet sich bereits in der Epidermis der oberen Partieen. Im ganzen ist aber auch hier nur sehr wenig in der oberseitigen Epidermis und Hypodermis bezw. der Phellogenschicht niedergeschlagen.

Die Stärkemenge, die im ganzen grösser ist als im Juli, wächst von der Spitze nach dem unteren Ende hin allmählich an. Nur in einigen mittleren Regionen ist oberseits in der Rinde und im absterbenden zentralen Mark eine geringe Abnahme zu verzeichnen.

19. 10. 14.

Der diesjährige Ausläufer ist 27,2 cm lang; seine sämtlichen Laubblätter sind noch lebendig. Vom vorjährigen Ausläufer leben noch 6,2 cm, organisch endend und 3 Seitenzweige tragend.

Schnitt a bis e: Längst durch die Spitze, quer durch das Rhizom 0,4—6—14—27 cm von der Spitze entfernt.

In der bogenförmig aufgerichteten Spitzenregion liegen unter dem Vegetationskegel in der Endknospe 2 Internodien von 0,3 und 0,67 mm Länge. In b hat die Verholzung der noch nicht sehr stark verdickten sklerenchymatischen Belege auf der Aussen- und Innenseite der Leitbündel begonnen, die durch ein interfaszikulares Kambialgewebe miteinander verbunden sind und besonders unterseits ein schwaches sekundäres Dickenwachstum aufweisen. Die Unterschiede in Bündel- und Rindenentwicklung, besonders auch der mechanischen Elemente sind hier schon schwach vorhanden. Auf der Epidermis sitzen zahlreiche Drüsenhaare, die den Querschnitt in eine Schleimschicht einhüllen. Bei c ist das Zellumen der Bündelbelege fast vollkommen verschwunden. Einzelne Rindenpartieen der Unterseite sind im Absterben begriffen. Das sekundäre Dickenwachstum ist erheblich weiter fortgeschritten, interfaszikular nur stellenweise. In d sind unterseits die Zellumina der Bastbelege mehr oder weniger verschwunden. Besonders prägnant ist hier der Unterschied in der Färbung mit Jodjodkalium; unterseits eine tiefe Rotfärbung, oberseits eine Gelbbraunfärbung. Das zentrale Mark ist zum Teil abgestorben; diese Erscheinung findet sich häufiger in den Internodien, schreitet aber nicht proportional mit dem Altern des Rhizoms fort. In e nimmt die Bündelzone infolge des besonders unterseits mächtigen sekundären Dickenwachstums den grössten Teil des Querschnittes ein.

a: Dicht unter dem Vegetationskegel setzt eine nicht sehr intensive Speicherung feinkörniger Stärke ein, die innerhalb der jüngsten beiden Internodien gleichmässig zunimmt. Die Knotenregionen unterscheiden sich von den Internodien durch eine wenig dichtere Stärkespeicherung. Gleich unterhalb der 1,35 mm langen

Knospe setzt eine gleichmässig dichte Speicherung grobkörniger Reservestärke ein, die im Mark wenig intensiver ist als in der Rinde.

b: Ziemlich wenig feinkörniges Chlorophyll findet sich in der oberseitigen Rinde.

Gerbstoff fehlt.

Mark und Rinde enthalten ziemlich gleichmässig viel Stärke, die Bündelzone sehr wenig. Am meisten liegt in der peripheren Rinde und im Mark.

c: Ein wenig intensiver Gerbstoffniederschlag oberseits in der Epidermis.

Stärke findet sich in geringen Mengen in der Rinde, oberseits bedeutend feinkörniger, etwas auch in der Umgebung der Bündel. Mark und Markstrahlen enthalten gleichmässig viel wie bei b, das Bündelparenchym enthält dagegen mehr als bei b. Im ganzen hat die Stärkemenge etwas abgenommen.

d: Ausser in der Epidermis ist eine schwache Gerbstoffbräunung in einigen peripheren Zellagen der oberen Rinde wahrzunehmen Eine intensive Bräunung tritt noch auf in der Umgebung einiger Wundstellen der Rinde.

Stärke liegt ziemlich viel in der unteren Rinde, noch etwas mehr in den noch lebenden Partieen des Markes, am meisten in der beiderseitigen Umgebung der Gefässbündel, in der oberseitigen Rinde dagegen relativ wenig. Auch innerhalb der Gefässbündel ist besonders unterseits ziemlich viel Stärke enthalten.

Bemerkenswert ist eine dichte Stärkespeicherung in der nächsten Umgebung der Wundstellen der Rinde, noch innerhalb des Wundkorkes.

e: Gerbstoff findet sich in der gesamten Epidermis. Ebenfalls weisen einige Gefässe braunen Inhalt auf, was auf Absterbevorgänge infolge der Nähe des unteren Rhizomendes hinweist.

Alle parenchymatischen Elemente des Ausläufers sind mit Stärke vollgepfropft.

Ein Längsschnitt f: Durch eine Knotenregion zeigt nach der Färbung mit Jod eine erheblich intensivere Stärkespeicherung als die Internodien, besonders im Mark. Unter dem Knoten zeigt sich eine ziemliche Stärkeleere, vor allem im zentralen Mark, wo

nur wenige Körner liegen, aber auch in der Rinde, besonders oberseits. Dies dauert an bis zur Blattansatzstelle, wo ziemlich plötzlich ein sehr starkes Maximum einsetzt, welches sich gleichmässig über den Querschnitt verteilt. Dieses Maximum nimmt in der oberen Rinde und im Mark allmählich wieder ab, in der unteren Rinde aber nur wenig, sodass bald der Unterschied zwischen ober- und unterseitiger Rinde wieder vorhanden ist. Unter dem Knoten sind die Dickenunterschiede der Rinde nicht so typisch vorhanden. Es kann sogar vorkommen, dass die Rinde unterseits dicker ist. Es hängt dies wahrscheinlich ab von der Kräftigkeit des austretenden Blattes oder Sprosses. Die intensive Rotfärbung der Wandverdickungen der unterseitigen Bastbelege bei Jodzusatz, wie wir sie unterhalb des Knotens haben, hört im Knoten auf und setzt erst in einiger Entfernung über dem Knoten wieder ein. Die Oxalat führenden Kammerfasern liegen im Gegensatz zu den Internodien in den Knotenregionen in drei und mehr Reihen übereinander.

Gerbstoff ist also etwas mehr vorhanden als in den jüngeren Entwicklungsstadien. Der im ganzen nur schwache Niederschlag nimmt an Intensität der Färbung von der Spitze zur Basis wenig zu.

In der Spitzenregion steigt die Stärkemenge im Gegensatz zu den vorigen Monaten gleichmässig an und etwa 1 mm unterhalb des Vegetationskegels setzt eine gleichmässig dichte Speicherung grobkörniger Stärke ein, von Anfang an im Mark reichlicher als in der Rinde. Nach der Mitte des Rhizoms hin nimmt die Menge in der oberseitigen Rinde, stellenweise auch im Mark unregelmässig ab; am unteren Rhizomende sind dann wieder sämtliche Gewebe mit Stärke angefüllt. In den oberen und unteren Partieen des Rhizoms ist in der Menge gegenüber dem August eine Zunahme, in den mittleren Partieen teilweise eine Abnahme zu verzeichnen.

Zusammenfassung: Die Ausbildung mechanischer, vor allem verholzter Gewebe setzt bereits in geringer Entfernung von der Endknospe ein, schreitet dann aber auf der Ober- und Un-

terseite in verschiedener Weise und in ungleichem Tempo fort, indem oberseits stark verholzte durch Jodjodkalium sich gelbbraun färbende Faserkomplexe die Leitbündel begleiten, unterseits mächtig entwickelte, aber schwächer verholzte bei Jodzusatz tiefrot erscheinende Verdickungsschichten das Lumen der im ganzen zahlreicheren Fasern stark reduzieren. Auch das sekundäre Dickenwachstum setzt relativ früh ein, zuerst auf der Unterseite, wo es mächtige, von Sklerenchymfasern durchsetzte, vor allem intrafascikulare Zuwachszonen entstehen lässt, während oberseits der Zuwachs bedeutend geringer ist. Die Ausbildung einer Phellogenschicht schreitet nicht regelmässig mit dem Altern fort. Eine zentrale Markhöhlung findet sich nur stellenweise in den mittleren Regionen des Rhizoms.

Gerbstoff findet sich bei diesem Objekt nur wenig, meist in der Epidermis und der oberseitigen Hypodermis, selten auch in wenigen peripheren Partieen der oberseitigen Rinde, in denen im frischen Zustande häufig eine leichte Anthozyanfärbung auftritt. Unter den schwach gelblich gefärbten meristematischen Geweben des Vegetationskegels und der Bündelzone sind die jugendlichen, der Streckungszone angehörigen Internodien vollkommen farblos. Von hier aus nimmt der Gerbstoffgehalt bis zur Basis wenig zu. Im Laufe der Vegetationsperiode steigt er mit dem Altern des Rhizoms allmählich etwas an.

Stärke wird in grosser Menge gespeichert. Sie setzt direkt unter dem Vegetationskegel ein, und erreicht bald ein partielles Maximum eben oberhalb der Streckungsregion. Bei der Differenzierung und Streckung der noch von den jugendlichen Laubblättern vollkommen eingeschlossenen, meristematischen Internodien nimmt die Menge der feinkörnigen Stärke erheblich ab. In dieser Region liegt im Mark weniger Stärke als in der Rinde. Am unteren Ende der Streckungszone nimmt die Stärkemenge zuerst wieder zu in der oberseitigen Rinde, die also der unterseitigen in der Entwicklung vorauseilt. Eben unterhalb der Streckungsregion setzt dann eine intensive Speicherung grobkörniger Reservestärke ein, die zunimmt bis zum unteren Ende, wo der ganze Querschnitt mit Stärke angefüllt ist. In dem fertig gestreckten Teil der Achse ist die Stärkemenge am grössten in der unter-

seitigen Rinde; doch hören die Unterschiede auf am unteren Ende, häufig auch in den Knotenregionen, die stets mehr Stärke enthalten als die benachbarten Internodien. Vom Hochsommer ab beginnen das stellenweise im Innern absterbende Mark und die oberseitige Rinde vieler mittlerer Rhizompartieen stärkeärmer zu werden. Bis dahin wächst die Stärkemenge vom Frühjahr her beständig an. Am Ende der Vegetationsperiode, wenn das Rhizom sein Wachstum eingestellt und den winterlichen Ruhezustand erreicht hat, ist eine Streckungszone nicht mehr vorhanden; hier nimmt die feinkörnige Stärke in der Spitzenregion nach unten allmählich zu, und schon dicht unter der Endknospe sind fast alle parenchymatischen Elemente mit grobkörniger Reservestärke angefüllt, deren Menge am unteren Rhizomende nur wenig grösser ist. Kleinere Schwankungen und Unregelmässigkeiten werden hervorgerufen durch die austretenden Blattspuren in den Knotenregionen, ausserdem wahrscheinlich durch äussere Einflüsse, wie Bodenfeuchtigkeit, Beleuchtung, Verletzung.

Zum Vergleich und zur Ergänzung mag noch erwähnt werden, das Michel in seinen Untersuchungen konstatierte, dass die Stärkemenge im Laufe des Sommers anwächst bis zum November, wo in den älteren Rhizomteilen die Stärke schwindet, während sie sich in den jüngsten Regionen noch in beträchtlicher Menge vorfindet.

Scutellaria galericulata. L.

Von dem vorjährigen Ausläufer, der ziemlich fleischig ist, sich makroskopisch durch eine braune Farbe auszeichnet und sich am vorderen Ende aufgerichtet hat, um den oberirdischen Spross zu entwickeln, treiben zu Beginn der Vegetationsperiode an sehr vielen Knoten nach beiden Seiten wenig kräftige, farblose Ausläufer aus, die bis zum Hochsommer nur in die Länge und erst dann auch in die Dicke wachsen. Anfangs sind sie ziemlich ge-

rade; später, wenn das Dickenwachstum hinzukommt, sind sie vielfach hin und her gebogen. Die Spitze richtet sich am Ende der Vegetationsperiode auf. Die Umrisse sind unregelmässig, schwach viereckig mit häufigen Einbuchtungen, in denen Drüsenköpfchen liegen. Das ebenfalls fast quadratische Mark, dessen zentrale Partieen ziemlich früh abzusterben beginnen, nimmt etwa $^1/_3$ des Rhizomdurchmessers ein. Vor seinen Ecken liegen die vier Blattspurstränge, vor deren relativ mächtigem Phloëm frühzeitig stark sklerenchymatische Faserbelege auftreten. An den Insertionsstellen der Rhizome, selten an der Spitze oder an anderen Stellen, tritt häufig eine schwache Anthozyanfärbung auf. Der im ersten Jahre meist unverzweigte Ausläufer beginnt, vom Hochsommer ab, sich an den Knoten ringsum zu bewurzeln.

18. 5. 14.

Der 5 cm lange, sehr zarte Ausläufer ist makroskopisch fast gänzlich farblos; er geht aus von einem relativ mächtigen, braun gefärbten, vorjährigen Rhizom, welches 42 cm lang ist und organisch endigt.

Schnitt a bis d: Durch die Spitze längs, quer durch das Rhizom in 2,5 und 4,8 cm Entfernung von der Spitze, durch die Mitte des vorjährigen Rhizomstückes.

In der etwa 1 mm langen Knospe treten nur 2 Internodien hervor, die durch kleinzellige, farblose Diaphragmen scharf von einander getrennt sind. Das untere von diesen beiden Internodien ist 0,36 mm lang, das obere nimmt die Hälfte der noch übrigen 0,32 mm langen Spitzenregion ein. Das erste ausserhalb der Knospe liegende Internodium ist bereits 3,7 mm lang. Das Mark beginnt bereits in der Mitte dieses Internodiums abzusterben. Bei b besteht der ganze Querschnitt aus zartwandigen Elementen, nur in den hervortretenden Ecken hat sich ein sehr schwach ausgebildetes Rindencollenchym angelegt. Die 4 Leitbündel, in denen ausser dem relativ mächtig entwickelten Phloëm nur etwa 4 bis 5 schraubig verdickte Gefässe gebildet sind, werden durch eine zartwandige, kleinzellige Parenchymschicht verbunden. Die im ganzen ebenfalls zartwandigen Faserbelege der

Bündel weisen nur einzelne, zerstreut liegende, schwach verdickte und verholzte Elemente auf. In c sind einige periphere Markpartieen verdickt und verholzt und haben so einen interfaszikularen, nicht gänzlich zusammenhängenden Sklerenchymring gebildet. Die Siebteile weisen ziemlich stark verdickte und verholzte Faserbelege auf. Die Mächtigkeit des Rhizoms nimmt von b nach c allmählich ab. In dem fast quadratischen Querschnitt d nimmt das Mark etwa $^1/_3$ des Durchmessers ein. Die meisten Zellen der Rinde und des Markes sind abgestorben und im Zerfall begriffen. Die mechanischen Gewebe sind wenig stärker als bei c entwickelt.

a: Die Knospenregion weist eine schwach gelbliche Färbung auf in den Knospenschuppen mit den daransitzenden zahlreichen, meist ungestielten Drüsenköpfchen, in der Bündelzone und der peripheren Rinde der meristematischen Internodien, spurenweise auch zu beiden Seiten der beiden das allerjüngste Internodium einschliessenden Diaphragmen. In dem zweiten Internodium treten nur noch wenige, gelbe, tröpfchenförmige Konkretionen auf, ebenso im oberen Teile des ersten ausserhalb der Knospe liegenden Internodiums. Von hier ab sind die Gewebe farblos, abgesehen von der Bündelzone und den Drüsenköpfchen, in denen die Gelbfärbung nicht völlig verschwindet. Bereits in der dritten Knotenregion liegt eine gelbgefärbte Wurzelanlage.

Stärke tritt, abgesehen von den allervordersten Spitzenpartieen, welche stärkefrei sind, nur in wenigen, feinen Körnern in der Stärkescheide auf.

b: Eine sehr schwache Gelbfärbung zeigt sich nur in der Bündelzone und in den Drüsenzellen auf der Epidermis.

Stärke findet sich sehr wenig in der Stärkescheide.

c: In dem abgerundeten, etwas kleineren Querschnitt ist eine verbreitetere Gelbfärbung wahrzunehmen als in b. Ausser in der Bündelzone tritt sie auch in vielen Rindenzellen, besonders in den peripheren Partieen auf.

Stärke ist noch weniger als in b vorhanden; einzelne Körner liegen in wenigen Stärkescheidezellen.

d: Eine intensiv bräunlich-gelbe Färbung findet sich in diesem eine relativ grosse Mächtigkeit besitzenden Teile des Rhizoms

in der Epidermis, der Hypodermis, vielen peripheren Rindenpartieen, sowie in zahlreichen, noch lebendigen Zellen innerhalb der zum grössten Teile farblosen und zerfallenen Rinde. Intensiv braun-gelb gefärbt ist dann wieder die innerste Zellreihe der Rinde, innerhalb deren die meist aus farblosen Zellen bestehende Endodermis liegt, in deren Mittelmembranen häufig Caspary'sche Punkte zu erkennen sind. Eine Goldgelbfärbung tritt auf im Phloëm, in der kambialen Schicht, die nur in den seitlichen Partieen der Leitbündel wenige tangentiale Teilungen aufweist, in den Markstrahlen bis zur Endodermis und im peripheren Mark, dessen zentrale Partieen abgestorben sind.

Stärke fehlt.

Die Gelbfärbung, die im ganzen gering ist, nimmt also unter der Spitze sehr bald ab und wächst am unteren Ende wieder etwas an.

Die Stärke, die ebenfalls nur in minimalen Mengen vorhanden ist, nimmt nach dem unteren Ende hin allmählich ab.

14. 6. 14.

Untersucht wurde ein 6,8 cm langes, unverzweigtes Rhizom. Die Spitze ist gelblich gefärbt, ebenso die Insertionsstelle.

Schnitt a bis c: Längs durch die Spitze, in 3 und 6 cm Entfernung von der Spitze quer.

Die 0,7 mm lange Knospe enthält 2 Internodien von 0,39 und 0,19 mm Länge. Der kurze und stumpfe Vegetationskegel ist überdeckt von einer Reihe von fleischigen Knospenschuppen. In der Achsel des ältesten dieser Schuppenblätter liegt eine Seitenknospe. In b hat die Verholzung der Faserbelege und des peripheren Markes bereits begonnen, ebenso die Ausbildung des Rindencollenchyms. 3 bis 4 grössere Gefässe liegen im Vasalteil der 4 Leitbündel. Die innersten Zellreihen der Rinde sind, wie besonders in den jugendlichen Partieen zu erkennen ist, bis über die Mitte der Rindendicke hinaus in Radialreihen, meist auch in konzentrischen Ringen angeordnet, was auf ihren Ursprung als Derivate der Stärkescheide hinweist. In den Radialwänden der Stärkescheide sind bereits deutlich Casparysche Punkte

zu erkennen. In c hat das Dickenwachstum eingesetzt; der interfaszikulare Sklerenchymring ist vollkommen geschlossen. Stark verdickte und verholzte Faserbelege sind den Siebteilen vorgelagert. Die innersten Partieen des Markes sind abgestorben.

a: Eine intensive, etwas bräunlich-gelbe Färbung tritt auf in den Knospenschuppen mit den darauf sitzenden Drüsenköpfchen. sowie zu beiden Seiten der die beiden jüngsten Internodien einhüllenden, aus ganz farblosen, abgeplatteten Zellen bestehenden Diaphragmen der Knoten in Rinde und Mark. Etwas weniger intensiv gefärbt ist in diesen Partieen die Rinde, noch schwächer das Mark. Der Vegetationskegel, sowie die intermediäre Zone ist fast farblos. Die Färbung nimmt bald ab, und in 1 cm Entfernung von der Spitze sind nur noch das Phloëm, das interkribrale Parenchym, das periphere Mark und schwächer die Epidermis und Hypodermis gelb gefärbt.

Durch Jod rotbraun sich färbende Stärke findet sich eben unter dem Vegetationskegel relativ ziemlich viel in dem Mark der jugendlichen Internodien, sowie in den Knospenschuppen. Die Diaphragmen der Knoten sind stärkefrei. Im Verlaufe des ersten ausserhalb der Knospe liegenden Internodiums nimmt die Menge bald ab und beschränkt sich immer mehr auf die Stärkescheide. Es ist bedeutend mehr vorhanden als im Mai.

b: Hier ist eine Gelbfärbung nur noch im Phloëm der 4 Eckbündel, spurenweise auch in der Epidermis mit den Drüsenköpfchen zu finden.

Mittelviel rotbraune Stärke liegt in der Rinde, nach der Peripherie hin an Menge zunehmend. Viel liegt in der Stärkescheide, wenig im Mark.

c: Die Gelbfärbung hat wieder erheblich zugenommen. Sie tritt auf in der peripheren Rinde, in vielen Zellen der meist abgestorbenen und zerfallenen mittleren Rinde und in der innersten Rindenzellreihe, an die sich die farblose, nur wenige gelben Inhalt führende Durchlasszellen besitzende Endodermis anschliesst. An 3 Seiten der Bündelzone hat sich ein interfaszikulares Kambium gebildet, welches wenige tangentiale Teilungen aufweist. Phloëm und Perizykel sind ebenfalls gelb gefärbt, ebenso die noch parenchymatischen Partieen des peripheren Markes.

Durch Jod sich braun-violett färbende, grobkörnige Stärke findet sich in makroskopisch noch gerade wahrnehmbaren Mengen in den noch lebenden Zellen der Rinde, besonders in den peripheren und zentralen Partieen, etwas weniger in den parenchymatischen Partieen des peripheren Markes; Im ganzen wesentlich mehr als bei b.

Der aus dem vorjährigen Rhizom hervorgegangene oberirdische Spross ist an der Stelle, wo er die Erde verlässt, d. i. 10 cm über der Aufrichtungsstelle, makroskopisch braun-gelb gefärbt.

Ein Schnitt durch diese Region zeigte auch eine intensive gelb-grüne Färbung der Epidermis und eine gold-gelbe Färbung der relativ schmalen und lockeren Rinde, in den Durchlasszellen der zum Teil verdrückten Endodermis, im Phloëm und im interkribralen Parenchym. Die sklerenchymatischen Fasersicheln vor den Bündeln sind stärker entwickelt als im Rhizom. Der mächtige, sekundäre, ringförmig geschlossene Holzkörper, sowie das den grössten Teil des Querschnitts einnehmende Mark, das eine grosse zentrale Höhlung aufweist, sind farblos.

Stärke fehlt.

Der Gerbstoffgehalt hat also im ganzen bedeutend zugenommen gegenüber dem im Mai untersuchten Exemplar. Ein Minimum haben wir im ersten ausserhalb der Knospe liegenden Internodium.

Ebenso verhält es sich mit der Stärkespeicherung; Sie nimmt an der Spitze sehr bald ab bis zu einem Minimum eben unterhalb der Knospe, von hier ab wächst die Menge allmählich wieder an bis zu einem Maximum am unteren Ende. Es ist bedeutend mehr vorhanden als im Mai.

16. 7. 14.

Der 9,8 cm lange Ausläufer besitzt an den meisten Knoten einige kurze Wurzeln. Die Spitze und das untere Ende ist intensiv gelb-braun gefärbt, die übrigen Partieen sind fast farblos. Die Mutterpflanze steht in Blüte.

Schnitt a bis d: Durch die Spitze längs, in 1—5—9,6 cm Entfernung von der Spitze quer durch die Achse.

Unter dem kurzen, von einer Reihe von Knospenschuppen dachziegelartig überwölbten Vegetationskegel liegen innerhalb der Knospe 2 Internodien, deren unterstes 0,38 mm lang ist, das jüngste nimmt die Hälfte der noch übrigen Spitzenregion ein. In b ist wieder sehr gut die radiale Anordnung der Rindenzellen bis weit über die Mitte der Rinde hinaus zu erkennen. Ausser den schwach collenchymatischen Rindenecken sind noch sämtliche Gewebe zartwandig. Bei c haben sich dagegen stark verdickte und verholzte sklerenchymatische Faserelemente entwickelt in den peripheren Rindenecken, wo sonst Collenchym, in einzelnen Rindenzellen, in den sichelförmigen Siebteilbelegen, im interfaszikularen peripheren Mark und im Xylem der Bündel, die beide zusammen einen zusammenhängenden Sklerenchymring bilden. Die Kambiumschicht fehlt interfaszikular stellenweise gänzlich; hier grenzt die sich allmählich zur Endodermis umwandelnde Stärkescheide direkt an den interfaszikularen Sklerenchymring an. Innerhalb der Bündel weist die fast funktionslos gewordene kambiale Zellreihe in den seitlichen Partieen nur wenige tangentiale Teilungen auf. In d sind das innere Mark und die mittleren Rindenpartieen abgestorben und zerfallen. Der ziemlich mächtige Sklerenchymring führt in den Ecken einige wenige weitlumige Gefässe. Noch stärker verdickt und verholzt sind die dem Phloëm in den Ecken vorgelagerten Faserelemente. Die sklerenchymatischen Elemente in der Rinde sind erheblich schwächer entwickelt und weniger zahlreich als bei c.

a: Die Spitzenregion ist bedeutend intensiver gefärbt als im Juni. Intensiv braun sind die Knospenschuppen, gelblich der Vegetationskegel. Die beiden unter ihm liegenden, von der Knospe eingehüllten Internodien, besonders das ältere, weisen eine tiefe Bräunung im peripheren Mark, zu beiden Seiten der sie abgrenzenden, fast farblosen Diaphragmen und besonders in der Rinde auf. Die übrigen Gewebe sind intensiv gelb gefärbt, nur die Bündelzone hellgelb. Etwas weniger stark ist die Färbung im oberen Teile des ersten ausserhalb der Knospe liegenden Internodiums. Das periphere Mark ist noch braun gefärbt,

die Rinde intensiv gelb, etwas weniger das zentrale Mark. Diese Färbung nimmt aber bald ab, verschwindet jedoch nur im zentralen Mark. Die Rinde bleibt gelblich gefärbt, noch stärker die Bündelzone; ebenso sind die Diaphragmen der Knoten intensiv goldgelb gefärbt.

Stärke tritt erheblich weniger auf als im Juni, sie findet sich nur in der Stärkescheide.

b: Intensiv gelb gefärbt sind die Drüsenköpfchen, die unter ihnen liegenden Epidermiszellen und das relativ mächtig entwickelte Phloëm; sehr schwach auch die Rinde, besonders die innerste vor den 4 Eckbündeln an die Stärkescheide angrenzende Zellreihe, das Interfaszikular- und das Vasalparenchym.

Stärke liegt mittelviel in der farblosen Stärkescheide.

c: Die Gelbfärbung hat stark abgenommen gegenüber b. Sie findet sich noch schwach in einigen peripheren Rindenpartieen, in der innersten Rindenzellreihe, sowie in wenigen vor den Bündeln liegenden peripheren Markzellen; wenig intensiver im Phloëm und in den Drüsenköpfchen.

Stärke findet sich nur noch in vereinzelten Körnern in vielen Zellen der Stärkescheide.

d: Hier tritt Gerbstoff in erheblich weiterer Verbreitung und grösserer Intensität auf als bei c. Gelber Zellinhalt findet sich in den noch lebenden Rindenpartieen, besonders peripher und in der innersten Zellreihe. Die im allgemeinen farblose Endodermis besitzt einige gelben Inhalt führende Durchlasszellen. Intensiv goldgelb sind das interkribrale Parenchym, an das sich das wenige tangentiale Teilungen aufweisende Kambium anschliesst, sowie die Phloëmpartieen der 4 Eckbündel gefärbt. Auch die innerhalb des interfaszikularen Sklerenchymringes liegenden peripheren Markpartieen, sowie die Markstrahlen weisen einen gelben Inhalt auf.

Stärke liegt ziemlich viel in den noch lebenden Partieen der Rinde, wenig auch in der schwach endodermal ausgeprägten Stärkescheide.

Der Gerbstoffgehalt hat gegenüber dem Juni also weiter zugenommen. Er ist am grössten am unteren Teile der Endknospe und an der Insertionsstelle.

Die Stärkemenge nimmt nach dem unteren Ende hin allmählich zu; im ganzen ist etwas weniger gespeichert als im Juni.

13. 8. 14.

Das 14,5 cm lange Rhizom erscheint schon makroskopisch dunkler, besonders an der Spitze sowie an der Insertionsstelle. Die 6 Internodien werden durch stark bewurzelte Knoten von einander getrennt.

Schnitt a bis e: Längs durch die Spitze, quer durch die Achse in 1—8—14,2 cm Entfernung von der Spitze, längs und quer durch eine Knotenregion in der Mitte des Ausläufers.

In der Knospe sind wieder 2 scharf von einander abgesetzte Internodien zu unterscheiden von 0,31 und 0,10 mm Länge. Das erste ausserhalb der Knospe liegende Internodium ist 1,43 mm lang; an seinem unteren Ende liegt eine Wurzelanlage, in der Achsel eines der beiden gegenständigen Schuppenblätter eine Seitenknospe. In b sind noch sämtliche Gewebe zartwandig, abgesehen von dem nur sehr schwach entwickelten Rindencollenchym, das vor allem in den 4 hervortretenden Ecken liegt. In c grenzt der schon relativ stark entwickelte interfaszikulare Sklerenchymring fast überall an die Endodermis. Sehr stark verdickte und verholzte Faserelemente finden sich in den sichelförmigen Belegen der Leitbündel und zerstreut in der ganzen Rinde, besonders in den 4 peripheren Rindenecken. In d zeigt der Querschnitt eine geringere Mächtigkeit. Die Bündel weisen ein starkes sekundäres Dickenwachstum auf, auch das interfaszikulare Kambium hat nach innen einen relativ starken Holzkörper und nach aussen mehrere Zellreihen zartwandiger sekundärer Rinde gebildet. In den Ecken des mächtigen Holzkörpers liegen wenige weitlumige Gefässe. Zahlreiche stark verdickte und verholzte Sklerenchymzellen liegen zerstreut in der Rinde, besonders in den Ecken und im Perizykel. Das zentrale Mark ist abgestorben.

a: Die Spitzenregion ist erheblich brauner gefärbt als in den früheren Stadien, und die Bräunung erstreckt sich über eine bedeutend längere Region. Eine tiefe Bräunung ist wahrzunehmen in den mit Drüsenhaaren besetzten Knospenschuppen, die den

fast farblosen Vegetationskegel überdecken. Unterhalb des Vegetationskegels tritt eine Bräunung zuerst auf zu beiden Seiten der die jugendlichen Internodien einhüllenden Diaphragmen. Das Mark dieser Internodien ist gelblich gefärbt, noch heller die Bündelzone sowie die Diaphragmen selbst. Das Maximum an Gerbstoff haben wir im untersten noch von der Knospe eingeschlossenen Internodium, sowie im oberen Teile des nächst älteren. Besonders ist hier die Rinde tief braun gefärbt, ebenso das periphere Mark, etwas weniger das innere Mark. In der Mitte des ersten ausserhalb der Knospe liegenden Internodiums nimmt die Intensität der Bräunung allmählich ab. Zuerst wird das Mark farblos, dann auch allmählich die Rinde, während die peripheren Partieen und die Bündelzone gelb gefärbt bleiben. Intensiv gelb-braun gefärbt ist dann noch das Diaphragma des nächst unteren Knotens und eine an dieser Stelle liegende Seitenknospe.

Eine geringe Stärkespeicherung setzt in einiger Entfernung von der Spitze in der Stärkescheide des ersten ausserhalb der Knospe liegenden Internodiums ein.

b: Intensiv gelb gefärbt ist die Epidermis mit den eingesenkten Drüsenköpfchen, die periphere Rinde, das Kribralparenchym und das Vasalparenchym, sowie das interkribrale Parenchym. Schwach gelb gefärbt ist die gesamte Rinde und die Stärkescheide. Die hervortretenden collenchymatischen Rindenecken und die davor liegenden Epidermiszellen sind farblos.

Stärke liegt nicht sehr viel in der Stärkescheide.

c: Die intensive Gelbfärbung ist hier noch verbreiteter als bei b. Unter der zum Teil farblosen, zum Teil gelb gefärbten Epidermis mit den dunkelbraunen Resten der Drüsenköpfchen liegt die mit gelben Inhaltsstoffen gefüllte Rinde, von der die mittleren Partieen zum grossen Teil farblos sind und abzusterben beginnen. Unter der noch vollkommen lebendigen, gelb gefärbten, inneren Rindenzellreihe liegt die farblose Endodermis, die vor den Bündeln einige mit braunem Inhalt gefüllte Durchlasszellen besitzt; einzelne Zellen sind auch lufthaltig. Das Perikambium, das Kribralparenchym und das intrafaszikulare Kambium sind goldgelb, das noch lebende periphere Mark hellgelb gefärbt.

Stärke findet sich ziemlich wenig in den lebenden Geweben der Rinde.

d: Intensiv goldgelb gefärbt ist die Epidermis, die nicht selten auf kleinen Wülsten Spaltöffnungen führt, die meisten noch lebenden Gewebe der relativ schmalen Rinde, die Siebteile der Gefässbündel, die interfaszikular gebildete sekundäre Rinde, die Durchlasszellen der Endodermis und das periphere Mark.

Stärke findet sich nur noch sehr wenig in der Rinde.

e: Zu beiden Seiten des intensiv braun gefärbten, aus zartwandigen Zellen bestehenden Diaphragmas liegen einige Reihen von Steinzellen, die an die Markhöhlungen der benachbarten Internodien angrenzen und allmählich in die lang gestreckten Sklerenchymfasern im peripheren Mark übergehen. In der Rinde treten die Steinzellen gruppenweise auf, zahlreicher als in den Internodien. Die Endodermiszellen sind zum grossen Teil lufthaltig. Die Anlage eines Seitensprosses zeigt eine intensive braungelbe Färbung in Mark und Rinde, die dicht unter dem farblosen Vegetationskegel einsetzt.

Die Stärkemenge nimmt von unten her nach dem Knoten allmählich zu. Sie findet sich in der Anlage der Seitensprosse wenig mehr als in der Umgebung. Das Diaphragma ist stärkefrei; oberhalb des Diaphragmas liegt in der Rinde weniger Stärke als unterhalb.

Die Bräunung ist also im ganzen wesentlich intensiver als im Juli. Ihr Maximum liegt am unteren Ende der Knospe, ihr Minimum wenige mm darunter.

Die Stärke, die anfangs in der Stärkescheide, in den älteren Teilen in der Rinde auftritt, zeigt keine wesentlichen quantitativen Differenzen.

19. 10. 14.

Von dem 23,8 cm langen Rhizom sind die oberen 6 cm bogenförmig aufgerichtet. Sie sind, abgesehen von der schwach braunen Spitze und den ebenso gefärbten Knotenregionen, farblos. Der wagerecht liegende Teil ist dagegen gänzlich braun gefärbt und dick und fleischig angeschwollen. Die eingeschnürten Knotenpartieen sind bewurzelt. Nach dem unteren Ende hin nimmt die Mächtigkeit wieder ab.

Schnitt a bis f: Durch die Spitze längs, in 1—5—12—23,5 cm Entfernung von der Spitze quer, durch eine Knotenregion in der Mitte des Ausläufers längs.

Unter der Spitze sind die morphologischen Verhältnisse ähnlich wie in den früheren Monaten, nur sind die Knotenregionen noch schärfer abgesetzt. In der Knospe liegen zwei Internodien von 0,32 und 0,13 mm Länge; das nächst ältere, ausserhalb der Knospe liegende Internodium ist 1,2 mm lang. In b sind sämtliche Gewebe noch sehr zartwandig. Nicht mehr ganz so zartwandig sind sie in dem bereits einen beträchtlich grösseren Durchmesser besitzenden Querschnitt c. Die 4 schmalen, sichelförmigen Bündelgruppen, die zwischen dem relativ mächtig entwickelten Rinden- und Markparenchym liegen, führen nur 3 bis 4 enge Gefässe. In dem runden, in einer Diagonale etwas abgeflachten Querschnitt d ist ein gewaltiges Dickenwachstum der Rinde eingetreten durch Aufblähung der Zellen und vor allem durch sekundäre Zellteilungen. Die grossen Rindenzellen, seltener auch die Markzellen, weisen häufig noch zarte Querwände auf. Während in c das Mark etwa die Hälfte des Rhizomdurchmessers einnimmt, macht es in d nicht ganz $^1/_3$ aus. Der gesamte Querschnitt ist nicht ganz doppelt so gross als c. Die Ausbildung mechanischer Elemente hat im interfaszikularen, peripheren Mark, sowie auf der Innen- und Aussenseite der Leitbündel, deren Xylem stark reduziert ist, eingesetzt. Der im Verhältnis zu d sehr kleine Querschnitt e ähnelt wieder dem unteren Ende des im August untersuchten Rhizoms. Stark verdickte, sklerenchymatische Elemente finden sich verstreut in der Rinde, besonders in den peripheren Ecken, in der Epidermis, auf der sich zahlreiche, auf einem 3- bis 4zelligen Stiel sitzende Drüsenköpfchen erheben, in den sichelförmigen Faserbelegen der Bündel, sowie im interfaszikularen Sklerenchymring. An 2 Seiten grenzt der interfaszikulare Sklerenchymring an die Endodermis. Ein interfaszikulares Dickenwachstum ist nur an einer Seite wahrzunehmen, wo eine sekundär entstandene Kambiumschicht eine Reihe von tangentialen Teilungen vollführt hat. Gegenüber d ist noch die stärkere Ausbildung des Xylems mit zahlreicheren, weitlumigeren Gefässen bemerkenswert. Das zentrale Mark ist abgestorben.

a: Die Spitzenregion ist gleichmässig schwach gelblich gefärbt bis auf die kleinzelligen, farblosen Diaphragmen. Die Knospenschuppen und die peripheren Rindenpartieen mit den Drüsenköpfchen haben eine braune Färbung. Auch diese schwache Färbung verschwindet bald und beschränkt sich auf die Knotenregionen und die Bündelzone.

Eine geringe Stärkespeicherung setzt in einiger Entfernung vom Vegetationskegel in der Stärkescheide ein.

b: In den äusserst zartwandigen Geweben des Querschnitts sind nur die Bündelzone, sowie spurenweise wenige periphere Rindenpartieen mit der Epidermis gelblich gefärbt.

Stärke liegt ziemlich wenig in der Stärkescheide.

c: Die Gelbfärbung in den peripheren Partieen des Querschnitts und in der Bündelzone mit wenigen benachbarten, peripheren Markpartieen ist wenig intensiver als bei b.

Stärke findet sich etwas mehr als bei b in der Stärkescheide.

d: Gelblich-braun gefärbt sind die Epidermis und wenige periphere Rindenpartieen, besonders in der Umgebung nicht selten vorkommender, verletzter Stellen, intensiv gelb viele vor den Bündeln liegende Zellen der innersten Rindenzellreihe, ebenso das Phloëm der 4 schmalen, sichelförmigen Leitbündel.

Schon makroskopisch erscheint der ganze Schnitt nach der Färbung mit Jod dunkelviolett. Bei stärkerer Vergrösserung findet sich viel violett gefärbte Stärke im gesamten parenchymatischen Speichergewebe. Auch das Phloëm sowie viele Zellen des Holzparenchyms führen feinkörnige Stärke.

e: Eine Gelbfärbung ist im Phloëm, im Vasalparenchym sowie schwach auch in Rinde und Mark wahrzunehmen; im ganzen ist die Färbung wesentlich schwächer als im August.

Stärke findet sich in dieser Region nicht mehr.

f: Verdickung ist in den Knoten nicht eingetreten, sodass sich die Achse nach dem Knoten hin plötzlich stark verjüngt. Eine intensive Bräunung tritt auf in dem kleinzelligen Diaphragma in Mark und Rinde, sowie in der Region eines austretenden Seitensprosses.

Das Diaphragma enthält nur sehr wenig feinkörnige Stärke, sehr viel ist dagegen gespeichert in der Umgebung austretender Seitensprosse.

Im ganzen ist in diesem Stadium die Bräunung also wesentlich geringer als im August. Die Spitze hat aufgehört zu wachsen, der grösste Teil des Rhizoms hat sich zu einem Speicherorgan umgewandelt. Infolgedessen ist die während der Entwicklung so typisch ausgeprägte Rythmik in der Gerbstoffablagerung nicht mehr vorhanden.

Stärke findet sich in dem mächtigen Speichergewebe des grössten Teiles des Ausläufers in grosser Menge, bedeutend mehr als in den vorigen Monaten.

Zusammenfassung: Relativ früh tritt in dem scharf vierkantigen Rhizom die Entwicklung mechanischer Gewebe ein, deren Ausbildung im Laufe des Sommers sich noch erheblich steigert; doch treten sie wieder zurück in der am Ende der Vegetationsperiode Stärke speichernden Region. Hier ist besonders auffällig die starke Reduktion des Xylems, besonders der Gefässelemente, während das Rinden- und Markparenchym durch zahlreiche sekundäre Zellteilungen eine mächtige Ausbildung erfährt. Zu Beginn der zweiten Jahresperiode sterben die parenchymatischen Speichergewebe allmählich ab und zerfallen. Ein sekundäres Dickenwachstum tritt nur sehr schwach in den ältesten Entwicklungsstadien auf. Das Mark ist bereits frühzeitig abgestorben, doch bleibt es in der Speicherregion lebendig. Eine Phellogenschicht wird nicht angelegt, eine Endodermis dagegen ziemlich früh.

Bei der Gerbstoffällung ist besonders auffällig die eigenartig goldgelbe Farbe des durch $K_2 Cr_2 O_7$ entstandenen Niederschlages. Er findet sich in sämtlichen parenchymatischen Geweben des Rhizoms. Im einzelnen Ausläufer setzt er dicht unter dem Vegetationskegel ein, wächst an bis zu einem Maximum am unteren Ende der Knospe, wobei der Gerbstoff zuerst am oberen und unteren Ende der Internodien zu beiden Seiten des selbst gerbstoffarmen Diaphragmas der Knoten zunimmt. Von hier ab nimmt die Menge, zuerst im zentralen Mark, ab bis zu einem

Minimum in der Streckungszone und wächst dann allmählich wieder an bis zur Basis. Die durch ein aus Sklerenchymzellen bestehendes Diaphragma ausgezeichneten Knoten weisen zu beiden Seiten dieses Diphragmas eine intensivere Färbung auf als die umgebenden Gewebe. Im Laufe der Vegetationsperiode nimmt die Intensität der Gerbstoffällung erheblich zu bis zum Herbst, wo der Ausläufer sein Wachstum eingestellt hat. Dann nimmt die Menge in der Spitze beträchtlich ab bis auf geringe Reste in den Knoten; in der speichernden Region beschränkt sie vor allem auf die peripherstenPartieen und einige Elemente der Bündelzone, während die übrigen Teile des Rhizoms normal gefärbt sind.

Stärke findet sich in ziemlich geringen Quantitäten in der Stärkescheide; sie nimmt nach der Insertionsstelle des Rhizoms allmählich ab. Dagegen liegt in den älteren Teilen wenig Stärke in der Rinde und im peripheren Mark; auch das meristematische Mark unterhalb des Vegetationskegels führt geringe Mengen feinkörniger Stärke. Nur am Ende der Vegetationsperiode tritt in der am vorderen Drittel gelegenen Speicherregion viel grobkörnige Reservestärke auf.

Mentha silvestris L.

Von dem unterirdischen Teile der Achse, der sich ziemlich tief unter den Erdboden erstreckt, entspringen im Laufe des Juni in verschiedener Höhe, aber sämtlich unterirdisch wachsend, aus den bewurzelten Knotenregionen eine Reihe von wagerecht kriechenden Ausläufern. Diese sind ebenso wie der oberirdische Stengel scharf vierkantig. Die besonders in der oberen Hälfte scharf hervortretenden 4 Flügel bestehen aus schwach verdicktem Rindencollenchym. Unter der lockeren, ziemlich dünnen Rinde liegt eine schmale, ringförmig geschlossene Bündelzone, in deren Ecken die 4 Hauptleitbündel verlaufen, und die nur in den älteren Entwicklungsstadien ein stärkeres sekundäres Dickenwachstum auf-

weist. Das Mark, dessen polygonale Zellen lückenlos aneinander schliessen, nimmt in den oberen Partieen ungefähr $^3/_4$, in der basalen Region nur etwa die Hälfte des Rhizomdurchmessers ein. In frischem Zustande ist das Rhizom fast farblos; es führt wenig Anthocyan in der Epidermis, selten in einigen darunter liegenden Rindenpartieen, in denen sich häufig ein grünlicher Farbstoff findet. Nach der Injektion von Kaliumbichromat ist die ganze ober- und unterirdische Achse gleichmässig schwarzbraun gefärbt.

30. 6. 14.

Von dem vorjährigen Rhizom sind noch 3 cm lebendig; es hat sich am vorderen Ende scharf rechtwinkelig aufgerichtet und eine senkrechte Achse getrieben, die bis an die Bodenoberfläche noch 4,5 cm unterirdisch wächst. An mehreren Knoten des unterirdischen Teiles der Achse sind nach verschiedenen Seiten neue Rhizome ausgetrieben, die erst wenige cm lang und unbewurzelt sind.

Schnitt a bis c: Durch ein 1,6 cm langes Rhizom längs durch die Spitze und 0,8 und 1,3 cm von der Spitze entfernt quer.

In der Endknospe liegen unter dem 0,13 mm hohen Vegetationskegel 3 jugendliche Internodien von 0,09—0,24—0 73 mm Länge; das erste unterhalb der Knospe liegende, bereits ziemlich gestreckte Internodium ist 5,5 mm lang. In b nimmt das Mark etwa $^2/_3$ des Rhizomdurchmessers ein. Die stellenweise bereits im Absterben begriffene Epidermis ist bedeckt mit einer Reihe von Drüsenhaaren. Die oberseits mächtigere Rinde, die entsprechend dem vierkantigen Rhizom 4 schwach collenchymatische Flügel aufweist, besteht aus sehr schwammigem Parenchymgewebe. Sämtliche Elemente des Querschnittes sind noch zartwandig und unverholzt, abgesehen von einigen zerstreut im Xylem liegenden Gefässen. In c zeigt der wenig abgeflachte Querschnitt einen ziemlich mächtigen Holzring, der gebildet wird aus den verholzten Xylempartieen der 4 Eckbündel und den prosenchymatischen Elementen des interfaszikular verholzten, peripheren Markes. Das Dickenwachstum beschränkt sich auf wenige tangentiale Teilungen des Kambiumringes.

a: Unter der farblosen Kuppe des stumpf abschliessenden Vegetationskegels, der von dunkelbraunen, mit einer Menge gerbstoffhaltiger Drüsenhaare besetzten Knospenschuppen dachziegelartig überdeckt wird, setzt in einer Entfernung von 0,05 mm eine ziemlich intensive Bräunung ein, die, abgesehen von den jugendlichen Knotenregionen, welche sämtlich tief dunkelbraun gefärbt sind, ziemlich schnell anwächst bis zu einem Maximum im zweiten Internodium. Im dritten nimmt die Bräunung im zentralen Mark bereits allmählich etwas ab, während die Rinde und besonders das periphere Mark noch ebenso intensiv wie im zweiten Internodium gebräunt bleiben. In dem 4., ausserhalb der Knospe liegenden und bereits ziemlich gestreckten Internodium hellt sich das Mark immer mehr auf, und am unteren Ende dieses Internodiums ist nur noch eine diffuse, schwache Bräunung im Mark wahrzunehmen. Das periphere Mark und die Rinde bleiben bis in die Mitte des 4. Internodiums hinein dunkelbraun. Die dunkelbraune Färbung der in der Knospe liegenden 3 Knotenregionen nimmt weiter nach unten ebenfalls ab. Die 4. Knotenregion zeigt nur noch ein schmales, aus dunkelbraunen Gerbstoffidioblasten bestehendes Diaphragma. Im nächsten Knoten liegen im peripheren Mark und in der Rinde nur noch eine Anzahl kleiner, wenig intensiver als die Umgebung gefärbter Zellen. In der Aufhellungszone innerhalb des 4. Internodiums ist noch bemerkenswert das Auftreten einer nicht sehr starken, feinkörnigen Ausfällung dunkelbrauner Inhaltsmassen in der inneren Rinde und im Mark.

Wenig Stärke findet sich bis in die Knospe hinein in der Stärkescheide und einigen daran angrenzen Rindenzellen.

b: Mark und Rinde sind gleichmässig hellbraun gefärbt, das zentrale Mark wenig heller als die Rinde. Das Siebparenchym führt eine grosse Anzahl dunkelbrauner, ziemlich kleinzelliger Gerbstoffzellen, das Holzparenchym ist fast farblos, leicht getönt der Kambiumring. Vor den 4 Hauptbündeln in den Ecken des Querschnitts liegen im Mark, anschliessend an das Parenchym des Primärholzes, besonders oberseits, breit ausgezogene Komplexe stärker gerbstoffhaltiger Parenchymzellen.

Ziemlich wenig Stärke liegt in der Stärkescheide und wenigen Zellreihen der inneren Rinde.

c: Die Bräunung ist im ganzen wenig intensiver. Abweichend von b ist, dass hier auch im Parenchym des Primärholzes, ebenso wie im Siebteil der 4 in den Ecken liegenden Hauptleitbündel eine grosse Anzahl relativ kleinzelliger, dunkelbrauner Gerbstoffzellen liegen, die noch unverholzten Fasern. Während indessen die Siebteilbelege ein noch vollkommen normales Aussehen haben, hat sich in den den Holzteilen vorgelagerten Fasern, in denen die Verdickung und Verholzung bereits eingesetzt hat, der dunkelbraune Zellinhalt zum Teil kontrahiert und von den Wandungen abgelöst. Die Endodermiszellen beginnen allmählich frei zu werden von Inhalt. Abgesehen von den dunkler gefärbten Durchlasszellen nimmt die Bräunung des Zellinhaltes an Intensität ab, dann legt sich der Inhalt an die Membranen an, und schliesslich sind die meisten Endodermiszellen wasserklar.

Stärke ist nicht mehr vorhanden in dieser Region.

Der Gerbstoffgehalt hat also, abgesehen von den Knotenregionen, ein Maximum im zweiten, noch in der Knospe liegenden Internodium, ein Minimum in b.

Stärke ist nur wenig in der Stärkescheide des oberen Teiles gespeichert.

13. 8. 14.

Von der noch in Blüte stehenden Mutterpflanze gehen mehrere verschieden alte diesjährige Rhizomtriebe aus, von denen der untersuchte 6,8 cm lang ist. Die älteren Knotenpartieen sind ringsum besetzt mit kleinen Wurzeln. Seine grösste Mächtigkeit hat der Ausläufer in einer Entfernung von $^1/_3$ der gesamten Rhizomlänge von der Spitze. Nach der Konservierung in Kaliumbichromat ist er gleichmässig schwarzbraun gefärbt.

Schnitt a bis d: Längs durch die Knospe, quer in 0,6 und 6,5 cm Entfernung von der Spitze, längs durch eine Knotenregion in der Mitte des Rhizoms.

In der Knospe, mit der das Rhizom abschliesst, liegen unter dem 0,15 mm hohen Vegetationskegel 3 Internodien von

0,09—0,24—0,68 mm Länge; das nächste Internodium ist bereits 3 mm lang. Die von dem Knospenschuppen eingehüllten Internodien sind dicht besetzt mit Drüsenhaaren, die unterhalb der Knospe an Zahl abnehmen. In den Achseln des 3. und 5. Schuppenblattpaares sind je 2 Seitenknospen getroffen. In der 5. Knotenregion liegen in der Rinde direkt oberhalb dieser Seitenknospe 2 Adventivwurzelanlagen. b stammt aus der Region der grössten Mächtigkeit des Rhizoms. Anatomisch ist der Schnitt wenig jünger als der entsprechende vom 30. 6. 14. Alle Gewebe sind noch zartwandig. Das dichte Mark nimmt $^{8}/_{4}$ des Rhizomdurchmessers ein. Die schmale ringförmig geschlossene Bündelzone enthält wenige enge Gefässe in den 4 Eckbündeln. In den Zellen des Markes liegen häufig kleine kristallinische Konkretionen von unregelmässig abgerundetem Umriss. Die Oberseite des im ganzen etwas kleineren Querschnittes ist breiter als die Unterseite. Die Stärkescheide ist zur Endodermis umgewandelt. Ein mächtiger Holzring, der sich aus der sekundären Zuwachszone und dem verholzten peripheren Mark zusammensetzt, umgibt das Mark, welches nicht ganz die Hälfte des Rhizomdurchmessers einnimmt und ausschliesslich aus verholzten und getüpfelten Zellen besteht. In den meist bis zum unteren Ende zartwandig bleibenden Faserbelegen des Phloëms treten wenige stark verdickte und verholzte Sklerenchymfasern auf. Ebenso sind einzelne Rindenzellen zu getüpfelten Steinzellen umgewandelt. Eine Reihe von Zellen der inneren Rinde und der Endodermis weisen sekundäre, radiale Teilwände auf. Die kristallinischen Ausscheidungen sind noch seltener als in b.

a: In halber Höhe des von schwarzbraunen Knospenschuppen eingehüllten Vegetationskegels, dessen Kuppe farblos ist, setzt im Mark eine Gerbstoffbräunung ein, die abgesehen von den Knotenregionen anwächst bis zu einem Maximum im 2. und 3. Internodium. Im 3. sind Rinde und peripheres Mark noch dunkler gefärbt als im 2., das zentrale Mark beginnt hier bereits sich wenig aufzuhellen. Von hier ab nimmt die Intensität der Bräunung allmählich ab, zuerst im zentralen Mark, später in der Rinde, zuletzt im peripheren Mark; und im 5. Internodium ist nur noch eine gleichmässige, hellbraune Färbung im Mark, eine

wenig intensivere in der Rinde wahrzunehmen. Die Knotenregionen zeichnen sich, soweit sie noch in der Knospe eingeschlossen sind, durch eine schwarzbraune Färbung aus, die am intensivsten ist in der zweiten Knotenregion. In der 3. beginnt sich innerhalb der dunklen Zone ein schmales, aus etwas helleren Zellen bestehendes Diaphragma abzusondern, und in der 4. Knotenregion ist nur noch dieses Diaphragma, das sich durch eine weniger intensive Bräunung vor den benachbarten Internodien auszeichnet, vorhanden. Die Bündelzone ist von Anfang an farblos. Die in der Achsel des 5. Schuppenblattpaares angelegten Seitensprosse zeigen ähnliche Verhältnisse wie am Vegetationskegel, nur ist die Bräunung nicht ganz so intensiv. In der Adventivwurzelanlage sind fast die gesamten meristematischen Gewebe farblos, nur in den zentralen Schichten des Pleromzylinders zieht sich eine schwache, allmählich auslaufende Bräunung bis zur halben Höhe in die Wurzelspitze hinein. Ausserdem zeigt am Wurzelfuss das Periblem eine etwas intensivere Bräunung, die allmählich in die benachbarten Rindenpartieen übergeht. Die Calyptra weist dagegen eine sehr prägnante Bräunung auf, besonders die beiden äussersten, die gesamte Wurzelanlage einhüllenden Zellreihen.

Stärke findet sich in geringen Mengen in der Stärkescheide und einigen daran anschliessenden Rindenpartieen.

b: Unter der zum Teil abgestorbenen Epidermis liegt die sehr lockere Rinde, deren Zellen eine gleichmässig intensive Bräunung aufweisen, peripher wenig stärker. Einzelne dunklere Zellen treten hervor. Das Phloëm ist in den peripheren Partieen etwas intensiver gebräunt als die umgebenden Gewebe und durchsetzt von einer Reihe etwas dunklerer Gerbstoffzellen. Das Vasalparenchym und die sehr geringen intrafaszikularen Zuwachszonen sind fast farblos, die Markstrahlen schwach hellbraun gefärbt. Die peripherstenPartieen des Markes sind etwa gleich stark gebräunt wie die Rinde, das zentrale Mark etwas weniger intensiv. Im ganzen ist die Gerbstoffausfällung fast so intensiv als in b vom 30. 6. 14.

Die Stärkescheide und eine Reihe von Zellen der inneren Rinde führen wenig Stärke.

c: Makroskopisch betrachtet ist dieser Schnitt etwas dunkler als b. Unter der meist abgestorbenen Epidermis ist eine gering mächtige Phellogenschicht angelegt. Eine Reihe von Rindenzellen, die im Absterben begriffen sind, enthalten einen dunkler gefärbten, körnigen Niederschlag, der sich zum Teil an die Wandungen angelegt hat. Die Endodermiszellen sind, abgesehen von den dunkelbraunen Durchlasszellen, heller gefärbt oder bereits ganz farblos. Das Kribralparenchym ist ebenso intensiv wie die Rinde gebräunt, das Mark wenig heller, einzelne Zellen sind gerbstoffrei. Die peripheren Markpartieen, besonders vor den 4 Bündeln, sind etwas dunkler gebräunt.

Stärke fehlt.

d: Die Knotenregion zeichnet sich aus durch ein aus kürzeren, verholzten und getüpfelten Markzellen bestehendes Diaphragma, während in den benachbarten Internodien das Mark noch vollkommen parenchymatisch ist. Das Diaphragma enthält wenig mehr Gerbstoff als die Umgebung; im peripheren Mark ist in der Knotenregion eine ziemlich intensive Bräunung wahrzunehmen.

Stärke ist, wie in den benachbarten Internodien, nicht vorhanden.

Im ganzen ist ausser dem stärkeren sekundären Dickenwachstum in der basalen Region kein wesentlicher Fortschritt in der Entwicklung gegenüber dem 30. 6. 14 zu konstatieren. Gerbstoff und Stärke sind in gleicher Menge und Verteilung im Rhizom vorhanden.

19. 10. 14.

Untersucht wurde ein 16,1 cm langes, bewurzeltes Rhizom, das mehrere cm tief unter der Bodenoberfläche lag. An wenigen Stellen des scharf vierkantigen Rhizoms ist eine geringe Anschwellung vorhanden.

Schnitt a bis d: Durch die Spitze längs, in 0,5—8—15,5 cm Entfernung von der Spitze quer durch das Rhizom.

Morphologisch unterscheidet sich die Endknospe, die sich im winterlichen Ruhezustand befindet, dadurch von den während

der Wachstumsperiode untersuchten, dass sie eine grössere Anzahl noch ungestreckter und meristematischer Internodien enthält. Unter dem 0,13 mm langen Vegetationskegel liegen 4 Internodien von 0,09—0,13—0,3—0,67 mm Länge. b gleicht anatomisch fast ganz dem entsprechenden Schnitt vom 13. 8. 14, nur enthalten die 4 Hauptbündel bereits bedeutend mehr Gefässe. Die 4 von schwach verdickten Rindencollenchym gebildeten Flügel treten hier besonders stark aus dem Querschnitt hervor. Im übrigen sind alle Gewebe noch zartwandig. In c hat ein geringes sekundäres Dickenwachstum eingesetzt. Ein geschlossener Holzring, der vorwiegend aus den verholzten Partieen des peripheren Markes gebildet ist, umgibt das Mark, das wie in b etwa $^2/_3$ des Querschnittes einnimmt. Ganz vereinzelt finden sich in den im allgemeinen parenchymatischen Siebteilbelegen stärker verdickte und verholzte Fasern. In dem etwas abgeflachten und abgerundeten Querschnitt d ist ein noch mächtigerer Holzkörper als am unteren Ende des im August untersuchten Exemplares angelegt. Er setzt sich hier hauptsächlich aus den verholzten Partieen der ziemlich beträchtlichen sekundären Zuwachszone zusammen, in deren Ecken eine grosse Anzahl relativ weiter Gefässe liegt. Die Siebteilbelege weisen eine Reihe stark verdickter und verholzter Fasern auf. Das Mark besteht ausschliesslich aus verholzten und getüpfelten Zellen.

a: Die Spitzenregion, die aufgehört hat zu wachsen und eingehüllt ist von besonders peripher dunkelbraun gefärbten Schuppenblättern, ist bis auf geringe, schwach gefärbte Partieen der Knotenregion und wenige, schwach bräunliche Partieen des peripheren Markes farblos. Im 3. Internodium ist die Bräunung noch ziemlich intensiv. Dunkelbraun ist hier das periphere Mark, wesentlich heller die Rinde, noch heller das zentrale Mark. Von hier ab ist die Gerbstoffverteilung wieder ähnlich der im Sommer beobachteten.

Stärke liegt wenig in der Stärkescheide und einigen Zellen der inneren Rinde.

b: Unter der tiefbraunen Epidermis mit den daraufsitzenden, ungestielten Drüsenköpfchen und wenigen farblosen, einreihigen Trichomen, sowie der Hypodermis liegt die ebenso intensiv

gebräunte, schwammige Rinde. Die Stärkescheide ist hellbraun. Das Phloëm führt in den peripheren Partieen des gleichmässig braunen Parenchyms eine Reihe von dunkelbraunen Gerbstoffzellen. Die Markstrahlen sind hellbraun, ebenso das zentrale Mark, das periphere, besonders vor den Bündeln, etwas intensiver. Im ganzen ist die Färbung besonders in der Rinde etwas dunkler als im entsprechenden Schnitt vom August.

Stärke findet sich in geringen Mengen in der Stärkescheide und, besonders vor den 4 Eckbündeln, auch in einigen angrenzenden Rindenzellen.

c: Innerhalb der schwarzbraunen Epidermis mit den gelben Inhalt führenden Drüsenköpfchen liegt die fast ebenso tief gefärbte Hypodermis und die dunkelbraune, schmale Rinde. Die Endodermis besteht aus gänzlich gerbstoffreien Zellen und aus hellbraunen Durchlasszellen. Das Phloëm, die Markstrahlen und das periphere Mark, besonders vor den Bündeln, sind gleichmässig hellbraun gefärbt. Das zentrale Mark ist nur sehr schwach gebräunt. Die Intensität der Bräunung hat gegenüber b zugenommen.

Die zur Endodermis umgewandelte Stärkescheide enthält keine Stärke mehr,

d: Schon bei schwacher Vergrösserung erscheint dieser Schnitt dunkler als c, besonders auch als Schnitt c vom 13. 8. 14. Die Rinde ist gleichmässig intensiv braun gefärbt. Sie wird umgeben von einer ebenso gefärbten Phellogenschicht, über der die Epidermis zum Teil gerbstoffrei, zum Teil bereits zerfallen ist. Die Endodermiszellen, welche teilweise sekundäre Radialwände aufweisen, sind meist gerbstoffrei; dazwischen liegen hell- oder dunkelbraune Durchlasszellen. Das periphere Kribralparenchym ist noch dunkler gefärbt als die Rinde, das innere etwas heller. Der Holzkörper führt nur schwach bräunliche Markstrahlen, Das zentrale Mark ist, abgesehen von wenigen farblosen Zellen, hellbraun gefärbt, das periphere Mark etwas intensiver.

Stärke ist nicht mehr vorhanden.

Im ganzen ist der Gerbstoffgehalt in diesem Stadium also, abgesehen von der fast gerbstoffreien Spitzenregion, etwas grösser als im Juni und August.

Die Stärkespeicherung zeigt dieselben Verhältnisse wie im Sommer. Nur geringe Mengen liegen in der Stärkescheide des oberen Teiles.

Zusammenfassung: In dem scharf vierkantigen Rhizom nimmt das dicht gebaute Mark einen im Verhältnis zu anderen unterirdischen Ausläufern relativ grossen Teil des Querschnittes ein, während die schwammige Rinde ziemlich schmal bleibt. Eine geringe Phellogenschicht wird nur sehr selten angelegt, eine Endodermis bildet sich dagegen frühzeitig aus. Bei der Ausbildung eines ziemlich früh entstehenden Sklerenchymringes, der in den älteren Stadien eine beträchtliche Mächtigkeit erlangt, sind in erster Linie verholzte periphere Markpartieen beteiligt, später auch ein meist nicht sehr erheblicher sekundärer Zuwachs. Das Mark besteht in den älteren Stadien, besonders stark in den Knotendiaphragmen, aus verholzten und getüpfelten Zellen, während andererseits die Faserbelege der Siebteile lange Zeit zartwandig bleiben und auch später nur ziemlich wenige verholzte Sklerenchymfasern enthalten. Das Primärholz führt nur wenige, enge Gefässe, erst in der sekundären Zuwachszone tritt eine grössere Anzahl relativ weiter Gefässe auf.

Gerbstoff wird in dem Rhizom in grosser Menge abgelagert und zwar gleich von Beginn der Jahresperiode an. Im einzelnen Ausläufer setzt er dicht unter der Kuppe des Vegetationskegels ein, erreicht bald ein beträchtliches Maximum eben oberhalb der Streckungszone, meist im 2. Internodium. In der Streckungszone hellt sich zuerst das zentrale Mark auf, weiter abwärts auch die übrigen Gewebspartieen, und, wenn die Gewebe vollkommen differenziert und ausgebildet sind, ist, besonders im Innern des Querschnittes, eine gleichmässig intensive, hellbraune Färbung vorhanden, die nach dem unteren Ende nur wenig anwächst. Noch prägnanter zeigen diese Abnahme die Knotenregionen, die in den meristematischen Partieen unterhalb des Vegetationskegels tief dunkelbraun gefärbt sind. In der Streckungszone sondert sich dann innerhalb der dunklen Knotenpartie ein schmales, helleres Diaphragma ab, welches unterhalb der Streckungszone nur allein übrig bleibt und ziemlich früh verholzt. Diese

Verhältnisse ändern sich im Laufe der Wachstumsperiode nur sehr wenig. Hat das Rhizom im Herbst sein Längenwachstum eingestellt, so verschwindet bis auf geringe Reste der Gerbstoff aus den meristematischen Internodien der Endknospe. In den übrigen Teilen hat die Intensität der Gerbstoffällung gegenüber dem Sommer zugenommen und steigt von der Spitze nach dem unteren Ende hin etwas an. Mit dem Altern des Rhizoms nimmt also die Gerbstoffmenge etwas zu.

Eine geringe Stärkespeicherung, die sich während der Jahesperiode kaum ändert, setzt unterhalb der Streckungszone in der Stärkescheide und wenigen daran anschliessenden Rindenzellreihen ein und ist unter allmählicher Abnahme soweit nach dem unteren Ende hin zu verfolgen, bis sich die Stärkescheide zur Endodermis umgewandelt hat; dies geschieht im jugendlichen Rhizom etwa in der Mitte zwischen Endknospe und Insertionsstelle, später rückt die Umwandlungszone weiter nach der Spitze hin.

Ajuga reptans L.

Die vorjährige Blattrosette treibt Ende April ausser dem Blütenstande mehrere belaubte, wagerecht kriechende Ausläufer mit einer Anzahl wohlentwickelter Internodien aus. Die dekussierte Blattstellung ist infolge geringer, unregelmässiger Torsionen der Internodien meist nicht deutlich zu erkennen. Der unregelmässig sechseckige Querschnitt ist abgeflacht je nach der Blattstellung. Diese Abflachung tritt besonders in dem zweiflügeligen Holzkörper hervor, der an den beiden Seiten, an denen die Blattspuren austreten, kein oder später nur sehr geringes sekundäres Dickenwachstum aufweist. Das von einem ziemlich schmalen Bündelring umgebene Mark nimmt etwa die Hälfte des Durchmessers ein.

18. 5. 14.

Der 10,8 cm lange Ausläufer ist noch ziemlich weich und schlaff. Ausser diesem trägt die blühende Mutterpflanze noch

einen etwa gleich langen Ausläufer. Anthozyan findet sich namentlich in den 4 Knotenregionen, besonders viel auf der Oberseite. Schon makroskopisch erkennbar ist eine blassere Grünfärbung der Unterseite gegenüber der Oberseite. Die jüngsten Partieen sind noch eingehüllt in die anliegenden Blätter. Bei Betrachtung mit blossem Auge erscheinen nach der Injektion von $K_2 Cr_2 O_7$ die mittleren Partieen des Ausläufers wesentlich heller gefärbt als das obere und untere Ende.

Schnitt a bis c: 0,5—5,5—10,5 cm von der Spitze entfernt.

In a sind ausser den schwach collenchymatischen Rindenecken noch sämtliche Gewebe zartwandig. In b hat sich durch Verholzung der breiten Markstrahlen und des peripheren Markes ein wenig mächtiger Holzring bebildet. Das zentrale Mark ist abgestorben. In c umgibt ein nicht sehr starker Holzring das vollkommen lebendige Mark, das hier nicht ganz $^1/_3$ des Rhizomdurchmessers einnimmt, während es in a über die Hälfte ausmacht. In dem etwas abgeflachten Querschnitt hat die oberseitige Rinde eine wesentlich grössere Dicke als die der Unterseite. Das sekundäre Dickenwachstum des Ausläufers beschränkt sich auf wenige tangentiale Teilungen des intrafaszikularen Kambiums. In der sich allmählich zur Endodermis umwandelnden Stärkescheide treten in den Radialwänden deutlich Casparysche Punkte auf.

a: Eine Anzahl aus 4 Zellen bestehender Drüsenköpfchen umgeben den Querschnitt ringsum, ausserdem finden sich ziemlich viel einreihige, unverzweigte Trichome auf der Oberfläche. Chlorophyll liegt im ganzen Querschnitt, vor allem in der peripheren Rinde, sowie in der Bündelzone.

Ein gelb-grünlicher Gerbstoffniederschlag ist anfangs ziemlich reichlich in der Epidermis mit den Drüsenzellen besonders auf der Oberseite des Ausläufers vorhanden; eine prägnante Braunfärbung weist die Stärkescheide auf. Schwach gebräunt sind Hypodermis, fast nur oberseits, Siebteil, kambiale Zone, Markstrahlen, etwas intensiver das periphere Mark, spurenweise auch die Rinde. Diese Gerbstoffverteilung ändert sich aber sehr bald. Einige mm weiter haben wir eine Braungrünfärbung der oberseitigen Epidermiszellen mit den Drüsenhaaren, die hier schon viel sel-

tener sind, ebenso wie die übrigen Trichome. Eine sehr schwache Braunfärbung weisen auf die Stärkescheide, das Kambium, das interkribrale Parenchym, sowie spurenweise das Parenchym des Primärholzes der 10 bis 12 sich allmählich zu einem Ring zusammenschliessenden Einzelbündel.

Stärke findet sich anfangs viel in der Stärkescheide; wenig feinkörnige, durch Jod sich braun färbende auch im peripheren Mark, etwas mehr in der peripheren Rinde, besonders oberseits, hypodermal am meisten, sehr wenig auch in der Epidermis, hier vor allem in den Schliesszellen der Spaltöffnungen. Sehr bald nimmt aber die Stärkemenge ab, zunächst in Rinde und Mark, dann auch etwas in der Stärkescheide.

b: Chlorophyll findet sich sehr wenig im Bündelparenchym und in der peripheren Rinde, am meisten auf der Oberseite.

Die Epidermiszellen, die im lebensfrischem Zustande eine violette Anthozyanfärbung aufweisen, sowie wenige subepidermale Gewebspartieen, besonders in den collenchymatischen Ecken, enthalten einen braun-grünlich gefärbten Inhalt, der auf der Oberseite bedeutend intensiver ist als auf der Unterseite. Eine minimale Braunfärbung ist ferner in der Stärkescheide, der kambialen Zone, im Phloëm und im Parenchym des Primärholzes wahrzunehmen; doch hat die Intensität weiter abgenommen.

Stärke findet sich in geringen Mengen in der Rinde, etwas reichlicher in den meisten Zellen der Stärkescheide, peripher, besonders oberseits, etwas mehr. In der hypodermalen Schicht der Oberseite ist am meisten Stärke gespeichert, während Epidermis und Mark, sowie die Bündelregion stärkefrei sind. Die in der Rinde gelegene Stärke ist wenig grobkörniger geworden, sie färbt sich mit Jodjodkalium schwarz. In der oberseitigen Hypodermis hat der Stärkegehalt gegenüber a etwas zugenommen, in der Stärkescheide dagegen beträchtlich abgenommen.

c: Chlorophyll ist sehr wenig in der oberseitigen, peripheren Rinde vorhanden.

Ausser in der braun-grün gefärbten Epidermis finden sich schwache, braune Niederschläge in geringen Partieen der oberen, peripheren Rinde, der Stärkescheide, in der einzelne Zellen bereits farblos sind, dem Phloëm und der kambialen Zone; im

ganzen hat die Intensität jedoch gegenüber b, wenigstens peripher, etwas wieder zugenommen.

Stärke ist sehr wenig in der oberseitigen, peripheren Rinde und der kambialen Zone enthalten. Holzring und Mark sind stärkefrei, die Epidermis enthält nur einzelne Körnchen in den Schliesszellen der Spaltöffnungen. Im ganzen hat die gespeicherte Stärkemenge gegenüber b weiter abgenommen.

Die Bräunung hat also in a ein Maximum; im Innern nimmt sie nach dem unteren Ende hin ab. Peripher nimmt sie anfänglich ab und steigt dann wieder etwas an.

Die Reservestärke nimmt von a, wo sie ihr Maximum hat, nach c hin ab. Die Assimilationsstärke in der peripheren, oberseitigen Rinde nimmt von a nach b hin an Quantität und Korngrösse zu und bleibt dann bis c konstant.

16. 6. 14.

Der 21 cm lange, belaubte Ausläufer hat 5 Internodien gebildet und endigt mit einer noch unbewurzelten Blattrosette. Er geht aus von einer kräftig entwickelten Mutterpflanze, an deren Inflorescens bereits einige Blüten verwelkt sind.

Schnitt a bis c: 0,5—10—20,5 cm von der Spitze entfernt.

Das Längenwachstum des Ausläufers an der Spitze hat aufgehört, und dicht unter der endständigen Blattrosette haben die Gewebe bereits ihre definitive Ausbildung erhalten, sodass a anatomisch älter ist als der entsprechende Schnitt vom 18. 5. 14. In a und b ist bereits ein nicht sehr mächtiger, ringförmiger Holzkörper vorhanden. In b sind geringe Partieen des zentralen Markes abgestorben. In der Endodermis treten vereinzelt bereits dunkle Punkte auf. In c weisen das zentrale Mark und die seitlichen Rindenflügel Höhlungen auf. Ein Fortschritt des sekundären Dickenwachstums im Verlaufe des Rhizoms ist nur relativ schwach zu erkennen.

a: Drüsenhaare sind nur noch im abgestorbenen, zusammengeschrumpften Resten vorhanden. Sehr feinkörniges Chlorophyll

findet sich in der peripheren Rinde, in der Stärkescheide, im Primärholzparenchym und im peripheren Mark.

Gerbstoff ist in geringen Mengen enthalten in den peripheren Partieen der oberseitigen Rinde und in der oberseitigen Hypodermis; eine prägnante Bräunung tritt auf in den collenchymatischen Ecken. Die Epidermis ist besonders auf der Oberseite braun-grün gefärbt. Diese Partieen sind intensiver gebräunt als in a vom 18. 5. 14. Geringe Braunfärbung weisen auch die Regionen der Stärkescheide, die kambiale Zone und die parenchymatischen Elemente des Primärholzes auf. In den inneren Geweben ist eine Abnahme des Gerbstoffinhaltes im Vergleich zu dem am 18. 5. 14 untersuchten Exemplar unverkennbar.

Stärke findet fich in den mittleren Rindenpartieen sehr wenig, erheblich mehr peripher, besonders oberseits, nicht ganz so viel in den collenchymatischen Ecken, ziemlich viel in der Stärkescheide und den umgebenden Partieen; einzelne durch Jod braun gefärbte Körner liegen auch im Siebteil der Gefässbündel. Die Stärkescheide ist hier also nicht mehr so typisch als solche entwickelt als in Schnitt a des im Mai untersuchten Ausläufers. Sie enthält etwas weniger Stärke, einzelne Zellen sind gänzlich frei. In der peripheren Rinde liegt dagegen, besonders oberseits, mehr, grobkörnige Stärke.

b: Im grossen und ganzen wie bei a. Gerbstoff findet sich in der Epidermis, besondsrs oberseits, der oberseitigen Hypodermis, geringen Partieen der oberseitigen peripheren Rinde, etwas mehr noch im Parenchym der Bündelzone, in der Stärkescheide und im peripheren Mark. Der Gerbstoffgehalt ist kaum geringer als bei a, etwas grösser als in b vom 18. 5. 14.

Stärke liegt in der Zone der Stärkescheide nur noch in ganz geringen Mengen in einem Teile der Zellen, und zwar in denen, welche zugleich Gerbstoff enthalten; etwas mehr liegt in der oberen peripheren Rinde. Im ganzen ist beträchtlich weniger gespeichert als bei a, etwas weniger als bei b vom 18. 5. 14.

c: Verteilung von Chlorophyll und Gerbstoff wie bei b. Die Menge des Gerbstoffs hat in der Endodermis, der Bündelzone und im peripheren Mark deutlich abgenommen.

Stärke ist sehr wenig in den peripheren Partieen der oberen, stärker entwickelten Rinde gespeichert, am meisten in der

Hypodermis, unterseits fehlt sie fast gänzlich; spurenweise ist sie noch in der Region der Stärkescheide gelagert, die sich ,zur typischen Endodermis umgewandelt hat. Etwas mehr Stärke findet sich im Vasalparenchym der in den Flügeln des Holzkörpers verlaufenden, im nächsten Knoten austretenden 4 Leitbündel.

Im ganzen ist der Gerbstoffgehalt etwas geringer, als in dem am 18. 5. 14 untersuchten Exemplar. Im Innern nimmt er von der Spitze nach dem unteren Ende ziemlich gleichmässig ab.

Die Stärkemenge ist wenig grösser als im Mai, wenigstens in der peripheren Rinde.

16. 7. 14.

Von der Hauptpflanze gehen 5 kräftige Ausläufer aus, die mit einer stark bewurzelten Rosette abschliessen. Die Knoten sind fast sämtlich beblättert und mehr oder minder bewurzelt, aber nicht verzweigt. Das jüngste Internodium ist vor den übrigen durch eine stärkere Entwicklung ausgezeichnet; auch ist der letzte Knoten relativ stark beblättert und bewurzelt. Die längsten der 7 wohl entwickelten Internodien des 29 cm langen Ausläufers liegen nicht ganz $^1/_3$ der gesamten Rhizomlänge von der Spitze entfernt.

Schnitt a bis c: 1—15—28 cm von der Spitze entfernt.

Der ganze Ausläufer ist anatomisch schon mehr gleichmässig entwickelt, da auch die vorderen Partieen schon vollkommen fertig entwickelt sind. Das Verhältnis von Mark zu Rinde nimmt von a nach b zu, von b nach e erheblich ab. Die oberseitige Rinde besitzt im ganzen Rhizom eine grössere Mächtigkeit als die der Unterseite. Das zentrale Mark ist mehr oder weniger weit abgestorben. Aus dem geschlossenen Holzkörper, der wenig mächtiger ist als in dem Exemplar vom 19. 6. 14 und im ganzen Rhizom fast die gleiche Dicke besitzt, ragen die 4 auf den abgeflachten Seiten des Querschnittes gelegenen Bündel hervor infolge des besonders in c relativ starken, intrafaszikularen, sekundären Dickenwachstum.

a: Chlorophyll wie bei a vom 19. 6. 14.

Gerbstoff findet sich in ziemlich geringen Mengen in der blau-grünen Epidermis, der Hypodermis und den collenchymatischen Rindenecken, spurenweise auch in der Stärkescheide, in der Kambialzone und im Parenchym des Primärholzes; im ganzen bedeutend weniger als im entsprechenden Schnitt vom 16. 6. 14.

Stärke liegt mehr als bisher in der peripheren Rinde, vor allem auf der Oberseite, ganz geringe Mengen auch in der Zone der hier bereits ziemlich stark endodermal ausgeprägten Stärkescheide, weniger als im Juni, sowie im zartwandigen Parenchym des Primärholzes der 4 im nächsten Knoten austretenden Blattspuren, die an den beiden Flügeln des Holzkörpers noch isoliert in das Mark hineinragen,

b: Ausser in der braun-grünen Epidermis finden sich braun gefärbte Inhaltsstoffe in geringen Mengen in der Hypodermis und in einzelnen Partieen der Stärkescheideregion, spurenweise auch in der intrafaszikularen Kambialzone; im ganzen weniger als bei a, vor allem als bei b vom 19. 6. 14.

Stärke ist nur spurenweise in der peripheren Rinde, etwas mehr in der oberseitigen Hypodermis gespeichert, im ganzen weniger als bei a, nicht ganz so viel wie bei b vom 16. 6. 14.

c: Gerbstoff wie bei b; im Innern nur noch in vereinzelten Zellen der zusammengedrückten Endodermis.

Wenige, feinkörnige, durch Jod sich braun färbende Stärkekörner liegen im Siebteil, wenig mehr in der oberseitigen peripheren Rinde, besonders der Hypodermis.

Zwei Längsschnitte d und e durch Knotenregionen in 4 und 27,5 cm Entfernung von der Spitze zeigten folgende von den Internodien abweichende Verhältnisse:

d: In den Achseln der austretenden Blätter sind die peripheren Rindenpartieen collenchymatisch verdickt. Das im Gegensatz zu den Internodien stets lebendige Mark der Knotenregionen besteht aus mehr abgeplatteten, kürzeren Zellen. Die Wundstelle einer auf der Unterseite austretenden, abgefressenen Wurzel ist mit dunkelbraunen Massen erfüllt. Auch finden sich in den Zellen der benachbarten Gewebe kleine, tröpfchenartige, dunkelbraune Konkretionen eingelagert. Im übrigen ist in Rinde, Mark und Siebteil etwas mehr Gerbstoff enthalten, als in den benachbarten Internodien.

Der Stärkegehalt nimmt nach dem Knoten zu ab, verschwindet hier mehr oder minder ganz, um in einiger Entfernung über dem Knoten wieder einzusetzen und allmählich wieder anzuwachsen.

e: Hier ist eine Gerbstoffzunahme kaum wahrzunehmen in Rinde und Mark.

Unter dem Knoten ist mehr Stärke gelagert, als über dem Knoten, im ganzen sehr wenig.

Im ganzen enthalten die peripheren Partieen des Ausläufers fast ebensoviel Gerbstoff wie im Juni, die inneren Partieen der Bündelzone weniger. Hier nimmt der Gerbstoffgehalt wieder von der Spitze nach dem unteren Ende hin ab.

Die Stärkemenge in den inneren Gewebspartieen, vor allem der Stärkescheide ist geringer als im Juni, in den peripheren noch fast so gross, Sie nimmt nach dem unteren Ende hin etwas ab.

14. 8. 14.

Der 19 cm lange Ausläufer besteht aus 4 Internodien. Die Knoten sind belaubt und zum Teil schwach bewurzelt. Die endständige Blattrosette hat sich bereits zu einer ebenso stattlichen Pflanze entwickelt wie die Mutterpflanze. An einem zweiten von dieser ausgehenden Ausläufer ist der vordere Teil verletzt und stirbt ab, wie sich schon makroskopisch durch die intensive Braunfärbung zu erkennen gibt. Der nächste Knoten entwickelt nun die fehlende Blattrosette. Fast der ganze Ausläufer zeigt auf der Oberfläche eine violette Anthozyanfärbung.

Schnitt a bis c: Am oberen Ende, in der Mitte und am unteren Ende des Ausläufers.

Anatomisch gleicht dieses Entwicklungsstadium fast gänzlich dem mi Juli untersuchten.

a: Gerbstoff findet sich in den Durchlasszellen der Endodermis, in der peripheren Rinde und am deutlichsten in der Epidermis, die über der dickeren Rinde der Oberseite liegt; Im ganzen weniger als im Juli, nur in der Umgebung weniger mit braunen Massen erfüllter Gefässe sind auch die übrigen parenchymatischen Elemente der Bündelzone etwas intensiver gebräunt.

Chlorophyll und Stärke sind nur noch spurenweise in der peripheren Rinde vorhanden.

b: Das zentrale Mark ist abgestorben. Verteilung von Chlorophyll, Gerbstoff und Stärke wie bei a.

c: In der Rinde sind häufig auch die Interzellularen mit braunen Massen erfüllt. Die in einer Reihe von Durchlasszellen Gerbstoff enthaltende Endodermis weist in vielen Zellen eine Anzahl brauner Tröpfchen auf, wie sie vereinzelt auch schon im Juli auftreten, einzelne Endodermiszellen sind bereits lufthaltig.

Stärke findet sich nur noch in den Schliesszellen der Spaltöffnungen, die sich in der Epidermis der Oberseite befinden und ebenfalls mehr Gerbstoffinhalt besitzen als die übrigen Zellen.

Ein Längsschnitt **d:** Durch eine Knotenregion etwas unterhalb der Mitte des Ausläufers zeigt wieder eine geringe Gerbstoffanhäufung an der Wurzelaustrittsstelle, sowie wenige braune, tröpfenförmige Konkretionen in den parenchymatischen Nachbargeweben. Die verdickten Zellmembranen des diaphragmatischen Markgewebes zeigen an den Ecken ziemlich starke collenchymatische Verdickungen.

Stärke ist nicht vorhanden.

Der Gerbstoffgehalt hat gegenüber Juli weiter abgenommen; er ist in den verschiedenen Regionen des Ausläufers ziemlich gleich. Stellenweise kommen dazu braune Gerbstoffeinschlüsse, die bereits auf Absterbevorgänge hindeuten.

Auch die Stärkemenge ist geringer als im Juli; geringe Einschlüsse finden sich nur noch in der oberen Hälfte des Ausläufers.

19. 10. 14.

Es lebt nur noch das jüngste Internodium, welches relativ lange die übrigen Internodien überdauert. Eine starke Wurzel geht von dem letzten Knoten aus, unterhalb dessen sich nur noch zum grössten Teil vertrocknete oder sonst durch makroskopisch bereits erkennbare Braunfärbung sich auszeichnende Reste des übrigen Ausläufers finden.

Schnitt a und b: 0,5 cm von der Blattrosette entfernt und am organischen Ende.

a: Während die anthozyanhaltige Epidermis nach der Injektion von Kaliumbichromat einen grünlich gefärbten Zellinhalt besitzt, weisen die Schliesszellen der Spaltöffnungen auf der Oberseite einen sehr prägnant braun gefärbten Gerbstoffinhalt auf. Ausserdem findet sich Gerbstoff nur noch in einigen Zellen der Hypodermis. sowie spurenweise in wenigen Durchlasszellen der Endodermis.

Chlorophyll liegt in der peripheren Rinde der Oberseite, sowie im Parenchym der Bündelzone, wenige Körner auch in der Hypodermis der Unterseite, während Stärke fast gänzlich fehlt.

b: Inhaltstoffe finden sich in diesem absterbenden Teile des Ausläufers ausser braunen Gerbstoffmassen nicht. Der Absterbevorgang beginnt in der Knotenregion. Die Epidermis färbt sich brauner, auch die Hypodermis beginnt sich mit gelbbraunen Inhaltsstoffen zu füllen, ebenso viele Rindenzellen, bis schliesslich fast die ganze Rinde mit mehr oder minder intensiv braun gefärbten Substanzen erfüllt ist. Meist handelt es sich hierbei um eine Färbung des Zellinhaltes, seltener um körnige oder tröpfchenförmige Konkretionen. Die Endodermis, das gesamte Phloëm, sowie das Parenchym des Primärholzes bräunen sich ebenfalls. Eine sehr prägnante Fällung findet sich in vielen Zellen des Kallusgewebes, welches die zentrale Höhlung des dicht unter dem Knoten absterbenden Markes abschliesst. Weiterhin dringen die braunen Massen auch in die Zellwände ein, und der plasmatische Zellinhalt schwindet mehr und mehr, bis schliesslich nur noch die gebräunten Membranen der zusammengeschrumpften Zellen übrig sind. Die Gefässe sind zum Teil mit dunkelbraunen Massen verstopft. Oberhalb der kräftigen, noch vollkommen lebendigen Wurzel sind diese Absterbeerscheinungen noch nicht zu bemerken.

Zusammenfassung: Bereits im Hochsommer hat der Ausläufer seine definitive Länge erreicht und stellt dann sein Spitzenwachstum ein. Relativ früh entsteht ein nicht sehr stark ent-

wickelter Holzring, der vor allem aus prosenchymatischen Elementen des peripheren Markes gebildet wird. Ein nicht sehr starkes intrafaszikulares, sekundäres Dickenwachstum tritt nur in der Nähe der Insertionszelle auf. Geringe zentrale Markhöhlungen entstehen nur in den älteren Stadien, noch seltener Höhlungen in der Rinde. Eine Phellogenschicht wird nicht angelegt; die Stärkescheide wandelt sich ziemlich früh zur Endodermis um. Die oberseits dickere Rinde enthält unter der gerbstoffreicheren Epidermis und Hypodermis mehr Chlorophyll, und infolgedessen auch mehr Assimilationsstärke als die unterseitige Rinde.

Solange noch eine wachsende Spitzenregion vorhanden ist, enthalten die vorderen Partieen, vor allem in der Bündelzone, relativ viel Gerbstoff, der im Innern nach dem unteren Ende hin allmählich abnimmt, in den peripheren Partieen anfänglich abnimmt bis zu einem schwachen Minimum in der Region der ersten fertig entwickelten Gewebe und von hier ab wenig wieder anwächst. Hat die Spitze aufgehört zu wachsen, und schliesst der Ausläufer mit einer Blattrosette ab, so gleichen sich im Laufe der Vegetationsperiode die Bräunungsunterschiede zwischen Spitze und Basis im Innern allmählich aus. Die Bräunung nimmt im ganzen immer mehr ab, bis schliesslich nur noch in einigen Durchlasszellen der Endodermis Gerbstoff zu finden ist. In der Epidermis der Oberseite mit den darunter liegenden peripheren Rindenpartieen nimmt anfänglich der Gerbstoffgehalt etwas zu und bleibt dann während des ganzen Sommers in sämtlichen Regionen des Ausläufers mehr oder weniger konstant. Am Schlusse der Vegetationsperiode treten dann im Innern Gerbstoffmassen auf, die mit Absterbeerscheinungen zusammenhängen.

Reservestärke wird ebenfalls nur in den jugendlichen Entwicklungsstadien in der Stärkescheide gespeichert, in den noch meristematischen Geweben direkt unterhalb der wachsenden Spitze auch in Rinde und Mark. Sie nimmt im einzelnen Ausläufer von der Spitze nach der Basis hin, im übrigen im Laufe der Vegetationsperiode, entsprechend der Umwandlung der Stärkescheide in eine Endodermis, bald ab und fehlt schliesslich gänzlich. Dagegen findet sich, abgesehen von geringen Stärkemengen im Bündelparenchym der austretenden Blattspuren, im Chlorophyllge-

webe der peripheren, oberseitigen Rindenpartieen, vor allem der Hypodermis, Assimilationsstärke, die zu Beginn der Vegetationsperiode zunimmt bis zu einem Maximum welches etwa im Juni erreicht wird. Von hier ab nimmt sie allmählich wieder ab, und wenn die Gewebe im Spätsommer abzusterben beginnen, ist die Stärke fast gänzlich verschwunden.

Galeobdolon luteum Hudson.

Der im dichten Gebüsch auf dem Boden hinkriechende Ausläufer ist meist unverzweigt und hat sehr gestreckte Internodien. In dem fast quadratischen Querschnitt nimmt das Mark in den mittleren Regionen etwa $^2/_3$ des Rhizomdurchmessers ein. In den ausgewachsenen Internodien ist das Mark meist mehr oder minder weit abgestorben. Die schmale Bündelzone, in deren 4 Ecken die mittelgrossen, nur einen schwach entwickelten Siebteil besitzenden Leitbündel verlaufen, weist ausser am unteren Ende nur ein geringes sekundäres Dickenwachstum auf. In den jugendlichen Partieen des Ausläufers treten zwischen den 4 Hauptbündeln manchmal auch noch kleinere Nebenbündelanlagen auf, die aber später sehr zurücktreten bis auf geringe Siebteilreste. Die zweispurigen Blätter sind in dekussierter Stellung an den Knoten des ausser am vorderen Ende auf einer Kante liegenden Ausläufers inseriert. Adventivwurzeln treten erst relativ spät gegen Ende der Vegetationsperiode in geringer Anzahl in den Knotenregionen, meist wenig unterhalb des Diaphragmas auf. Der im übrigen intensiv grün gefärbte Ausläufer weist an den älteren Partieen sowie in den Knotenregionen, besonders über den Knoten, eine violette Anthozyanfärbung auf, die bei genauerer Untersuchung sich in der Epidermis und im Parenchym des Primärholzes findet. Im ganz jugendlichen Zustande zu Beginn der Vegetationsperiode ist der ganze Trieb violett gefärbt. Chloro

phyll findet sich während der ganzen Vegetationsperiode in ziemlich gleicher Verteilung im Ausläufer. Die noch meristematischen Regionen an der Spitze führen feinkörniges Chlorophyll in sämtlichen Geweben. Weiterhin wird es grobkörniger und tritt nur noch im peripheren Mark, in den parenchymatischen Elementen der primären Leitbündel, namentlich des Holzteiles, sowie in der peripheren Rinde, besonders reichlich in der Umgebung der collenchymatisch verdickten Ecken auf. Nach dem unteren Ende zu ist auf der Unterseite weniger und blasser grün gefärbtes Chlorophyll vorhanden als oberseits. In der Nähe der Insertionsstelle reduziert sich die Menge bis auf wenige Körner in der Rinde.

20. 5. 14.

Eine Reihe der von der Mutterpflanze ausgehenden Ausläufer ist zum grössten Teil aufgerichtet und steht in Blüte. Von dem 37 cm langen untersuchten Trieb waren 14 bis 16 cm noch vollkommen weich und schlaff. Makroskopisch ist nach der Konservierung in den jugendlichen Internodien, sowie am unteren Ende und in den Knotenregionen eine dunklere Braunfärbung zu konstatieren, als in den übrigen Teilen.

Schnitt a bis f: Durch die Spitze längs, 0,3—4—15—36—37 cm von der Spitze entfernt quer.

In b und zum Teil auch noch in c sind die Gewebe noch meist unentwickelt. Eine schwache, collenchymatische Verdickung ist in den aus dem Querschnitt vorspringenden Ecken und in der hypodermalen Region zu bemerken. In den Markzellen finden sich meist Bündel von Kristallnadeln in unregelmässiger Anordnung. In c treten die ersten etwas weitlumigeren Gefässe auf. Zahlreiche, 1—4zellige Drüsenköpfchen umgeben in b, weniger zahlreich in c den Querschnitt; in den älteren Regionen des Ausläufers finden sich nur noch zerstreut einreihige, mehrzellige Trichome besonders auf den 4 Knoten. Bei d hat das sekundäre Dickenwachstum bereits eingesetzt und einen Holzkörper entwickelt, der zusammen mit dem durch Verdickung und Verholzung des peripheren Markes entstandenen, interfaszikularen Sklerenchymring einen zusammenhängenden, aber vorläufig noch ziemlich schmalen

Holzring bildet. Das zentrale Mark ist abgestorben. In e treten in den schwach collenchymatischen Belegen der auch am unteren Ende des Ausläufers relativ sehr schwach entwickelten Siebteile einzelne verdickte und verholzte Sklerenchymfasern auf. Die zur Endodermis umgewandelte Stärkescheide lässt in den Radialwänden deutlich Casparysche Streifen erkennen. In f hat der plötzlich sehr mächtig werdende sekundäre Holzkörper das hier auch im Innern lebendige Mark bis auf $^1/_3$ des Rhizomdurchmessers reduziert.

a, b: Die Kuppe des ziemlich kurzen und stumpfen Vegetationskegels ist intensiv braun gefärbt, ebenso einige Rindenpartieen in den Achseln der jüngsten beiden, unterhalb des Vegetationskegels inserierten Blättchen. Das erste, etwa 1 mm lange, aus plasmareichen Zellen bestehende Internodium weist eine schwache, grau-bräunliche Färbung in der Bündelzone, sowie in der Epidermis und den Drüsenköpfchen, spurenweise auch in Mark und Rinde auf. In den beiden jüngsten Knotenregionen sind die Markzellen schwach collenchymatisch verdickt; die Bündelzone ist hier etwas mehr gebräunt als in den Internodien. Ein Querschnit durch dieses erste Internodium zeigt eine gleiche Verteilung der Bräunung in den meristematischen Geweben; am intensivsten ist die vor den collenchymatischen Rindenecken gelegene Epidermis mit den Drüsenköpfchen gebräunt; die einreihigen Trichome sind farblos.

Eine ziemlich geringe Ablagerung feinkörniger Stärke setzt bereits im ersten Internodium ein, vor allem in der Stärkescheide, etwas weniger in der Rinde, die sich fortsetzt in die ziemlich stärkereichen, jugendlichen Blätter, und noch weniger im Mark. Hier liegt am meisten am oberen und unteren Ende, das an die selbst stärkefreien Diaphragmen der Knoten angrenzt. Im zweiten Internodium liegt im Mark noch etwas weniger Stärke, in Rinde und Stärkescheide dagegen mehr. Dasselbe zeigt ein Querschnitt durch das erste Internodium. Ziemlich wenig Stärke ist in der Stärkescheide gespeichert. Sich durch Jod schwach braun färbende Assimilationsstärke ist in der Rinde, spurenweise auch im Mark enthalten.

c: Mark und innere Rinde sind fast farblos; etwas gebräunt sind die Epidermis mit den wenigen noch vorhandenen Drüsenköpfchen und die äussere Rinde, vor allem oberseits. Die Cambialzone, besonders aber Siebteil und Vasalparenchym der 4 Gefässbündel sind nicht sehr intensiv braun gefärbt, Im ganzen ist die Bräunung vor allem in der Bündelzone stärker als bei b.

Die Stärkemenge hat in der Stärkescheide zugenommen. Ausserdem findet sich noch feinkörnige Assimilationsstärke im Chlorophyllgewebe, vor allem der oberseitigen Rinde. Im ganzen ist die Stärke grobkörniger als bei b.

d: Dieser Schnitt wurde gemacht durch die Region, die makroskopisch das Minimum der Braunfärbung darstellt. Die oberseitige Epidermis weist einen schwach braunen Inhalt auf, unterseits ist sie farblos. In den den collenchymatischen Ecken benachbarten Rindenpartieen ist eine Braunfärbung nur andeutungsweise wahrzunehmen. Eine prägnante Bräunung weist das Parenchym des Primärholzes auf, am stärksten in den oberseits gelegenen Bündeln, hier noch intensiver als bei b.

Die Stärkemenge hat bedeutend zugenommen, Ziemlich viel grobkörnige Reservestärke ist gespeichert in der Stärkescheide und in der peripheren Rinde, vor allem in der Umgebung der collenchymatischen Ecken, die selbst keine Stärke enthalten, etwas auch im Mark, Auf der Unterseite liegt deutlich mehr Stärke, als auf der Oberseite,

e: Im ganzen ist hier in den peripheren Partieen eine wenig intensivere Braunfärbung wahrzunehmen. Braun gefärbt sind die Epidermis, vor allem oberseits, während sie unterseits fast farblos ist, und das Parenchym des Primärholzes. Schwach gebräunt ist die intrafaszikulare Kambialzone. Im Innern hat der Gerbstoffgehalt gegenüber d abgenommen.

Die Rinde ist fast gänzlich mit Stärke angefüllt, in den collenchymatischen Ecken liegt nur wenig feinkörnige. Nicht ganz so viel findet sich im Mark, besonders peripher. Unterseits ist erheblich mehr Stärke vorhanden, besonders in der Rinde.

f: Gerbstoffverteilung wie bei e, nur etwas intensiver. Gebräunt ist hier auch ein Teil der Endodermiszellen.

Das gesamte Rindengewebe ist voller Stärke, unterseits noch etwas mehr als oberseits. Ebensoviel ist im Mark enthalten. Die collenchymatischen Ecken führen weniger, feinkörnige Stärke. Die Epidermis ist stärkefrei.

Die Gerbstoffablagerung setzt also mit einem Maximum am Vegetationspunkt ein, verschwindet aber sofort wieder bis auf geringe Reste in Epidermis und Bündelzone, und erreicht in d ein zweites, schwächer ausgeprägtes Maximum, wenigstens im Innern des Querschnittes. Von hier ab nimmt die Gerbstoffmenge zunächst etwas wieder ab, um dann am unteren Ende wieder wenig anzusteigen, besonders in den peripheren Partieen.

Die Stärkespeicherung setzt gleich im ersten Internodium ein, nimmt dann, zunächst vor allem in der Stärkescheide, an Menge und Korngrösse ziemlich gleichmässig zu bis zum unteren Ende, wo alle parenchymatischen Elemente sehr viel Stärke enthalten. In den jugendlichen Internodien ist die Stärkemenge am grössten zu beiden Seiten der selbst stärkefreien Knotendiaphragmen. Im ganzen Ausläufer enthält die Rinde mehr Stärke als das Mark.

In einem in Blüte stehenden, am vorderen Ende aufgerichteten Ausläufer, der etwas dickere, schärfer vierkantige, aber besonders in der vorderen, die Blüten tragenden Region kürzere Internodien besitzt, ist in den entsprechenden Regionen eine sehr viel geringere Stärkespeicherung wahrnehmbar.

19. 6. 14.

Der 52,5 cm lange Ausläufer besitzt 9 Internodien, deren längstes nicht ganz $^1/_4$ der gesamten Rhizomlänge von der Spitze entfernt liegt. Einige der mittleren Internodien weisen geringe Torsionen auf. Das untere Ende ist 10 cm weit intensiv blauviolett gefärbt, etwas schwächer die noch unbewurzelten Knotenregionen.

Schnitt a bis e: 0,3—3—25—51—52,5 cm von der Spitze entfernt.

Anatomisch gleichen die Schnitte den entsprechenden vom 20. 5. 14, nur ist am unteren Ende ein noch erheblicheres sekundäres Dickenwachstum eingetreten.

a: Die noch meist undifferenzierten Gewebe weisen in der Epidermis mit den daraufsitzenden Drüsenköpfchen und der Bündelzone, besonders in den Ecken des Querschnittes, nur einen schwachen bräunlichen Schimmer auf. Die zahlreich von der Epidermis ausgehenden einreihigen Trichome sind farblos. Zwei in den Achseln zweier Laubblätter sitzende Seitenknospen sind an der Spitze ziemlich intensiv gebräunt.

Stärke liegt in der Stärkescheide nicht sehr viel; feine Körnchen finden sich auch in den Chlorophyllkörnern der peripheren Rinde, im ganzen ebensoviel wie im Mai.

b: Eine wenig intensivere, im ganzen aber auch noch sehr schwache Bräunung findet sich in der kambialen Zone, im Parenchym der 4 Leitbündel und in der Umgebung der schwach collenchymatischen Ecken. Gerbstoffhaltige Drüsenköpfchen sind nur noch wenige vorhanden. Mark und Rinde sind farblos. Zwischen der Stärkescheide und den Siebteilen der Gefässbündel liegt eine sehr inhaltsarme, zartwandige, vollkommen durchsichtige Zellreihe.

Die in der Stärkescheide gespeicherte Stärkemenge ist nur wenig grösser als bei a. Im peripheren Chlorophyllgewebe liegen ausserdem Spuren sich durch Jod braun färbender Assimilationsstärke.

c: Der Gerbstoffgehalt ist ungefähr derselbe wie bei b. Eine Bräunung tritt nur noch spurenweise in der oberseitigen Epidermis und im Parenchym des Primärholzes auf.

Es findet sich nur Assimilationsstärke in der Rinde, vor allem in der Umgebung der collenchymatischen Ecken, auf der Oberseite am meisten. Die collenchymatischen Ecken selbst sind stärkefrei, ebenso das Mark, in dem in vielen Zellen Paketchen von Kristallnadeln liegen.

d: Hier ist eine geringe Gerbstoffzunahme zu konstatieren. Wenig intensiver als bei c sind die oberseitige Epidermis und einige Zellen der Endodermis, besonders vor den Bündeln, ferner das Parenchym des Primärholzes gebräunt.

Im ganzen Querschnitt ist sehr viel Reservestärke gespeichert. Im Mark findet sich mittelviel; hier liegen um den deutlich hervortretenden Zellkern eine Reihe von Leukoplasten mit meist 4 relativ grossen Stärkekörnern gruppiert. Die Rinde ist ganz vollgepfropft voll grobkörniger Stärke. Auch im interfaszikularen Sklerenchymring findet sich etwas Stärke. Der übrige Holzkörper, die Epidermis und die collenchymatischen Ecken sind frei.

e: In der Bräunung ist eine deutliche Zunahme der Intensität zu bemerken. Eine Dunkelbraunfärbung weist die Epidermis auf. Gebräunt sind ferner einige periphere Rindenpartieen, etwas prägnanter die Endodermis. Die stellenweise verletzten peripheren Gewebe zeichnen sich aus durch eine Dunkelbraunfärbung und durch Ablagerung tröpfchenförmiger Konkretionen. Einen intensiv braunen Inhalt führt das in den Ecken des mächtigen Holzringes gelegene Parenchym des Primärholzes.

Stärkespeicherung wie bei d; in der Rinde, besonders peripher, etwas weniger.

Zwei Längsschnitte durch Knotenreglonen f und g; in 5,2 und 49 cm Abstand von der Spitze zeigten folgende Verhältnisse:

f: Die Zellen des Markes enthalten Konkretionen nadelförmiger Oxalat-Kriställchen, die zu kleinen Paketchen vereinigt in einer schwach braun gefärbten Schleimmasse eingebettet sind. Nach beiden Seiten nimmt die Menge dieser Kristallanhäufungen allmählich ab.

Ziemlich feinkörnige Stärke findet sich nur wenig im Mark beiderseits in der Nähe des Knotens, während die diaphragmatischen Markpartieen wie in den benachbarten Internodien stärkefrei sind.

g: Ein 3—4-zellreihiges, aus stark verdickten und getüpfelten Steinzellen bestehendes, gegen die umgebenden Internodien scharf abgesetztes Diaphragma nimmt die Knotenregion in Mark und Bündelzone ein. In diesen Steinzellen sowie im umgebenden Mark sind im Verhältnis zu f bedeutend weniger Kristallnadeln in unregelmässiger Anordnung vorhanden. Gerbstoff findet sich im Knoten in derselben Verteilung wie in den Internodien, nur im Primärholz ist er etwas verbreiteter.

Die Stärkemenge nimmt besonders im Mark über und unter dem Diaphragma allmählich zu bis zu einem Maximum; die Steinzellen selbst sind stärkefrei.

Menge und Verteilung des Gerbstoffes ist im grossen und ganzen dieselbe wie im Mai, nur in den basalen Partieen des Ausläufers ist die Intensität der Bräunung grösser.

Stärke ist in derselben Verteilung, aber wesentlich geringerer Menge als im Mai vorhanden, besonders in den mittleren Regionen des Ausläufers.

16. 7. 14.

Schnitt a bis e: Durch einen 111 cm langen, vollkommnn regelmässig gebauten Ausläufer 0,2—2,8—50—109—110,8 cm von der Spitze entfernt.

Die Mächtigkeit des Querschnittes nimmt von der Spitze nach dem unteren Ende hin regelmässig zu bis zu einem Maximum, welches bei 115 cm liegt; von hier aus nimmt sie wieder etwas ab. In a sind die Gewebe wenig weiter differenziert und plasmaärmer als bei a vom 19. 6. 14. Die anderen Schnitte gleichen anatomisch denen vom Juni. In c treten besonders deutlich eine Reihe von sekundär eingeschalteten Nebenbündeln hervor, die nur parenchymatische Elemente enthalten.

a: Einen schwachen bräunlichen Schimmer zeigen nur die 4 Eckbündel, sowie die Drüsenzellen auf der Epidermis.

Stärke ist etwas weniger gespeichert als im gleichen Stadium des im Juni untersuchten Ausläufers. Sie tritt auf in der Stärkescheide, Spuren brauner Assimilationsstärke auch in Rinde und Mark, vor allem an den beiden Seiten, an denen im darüberliegenden Knoten ein Blattpaar inseriert ist.

b: Eine geringe Bräunung ist im Siebteil der Gefässbündel wahrzunehmen, eine dunklere im Vasalparenchym und in einzelnen noch vorhandenen Drüsenzellen, sowie in einigen Zellen der interfaszikularen Bündelzone. Im ganzen ist sie etwas intensiver als bei a.

Stärke findet sich in ziemlich geringen Mengen fast nur noch in der Stärkescheide, hier jedoch mehr als bei a.

c: Gerbstoff fehlt in der Rinde fast gänzlich. Dagegen zeigt sich ein rötlich-braun gefärbter Zellinhalt in verschiedenen Zellen der Endodermis, sowie des intrafaszikularen Kambiums. Normale Gerbstoffbräunung weisen auf verschiedene Partieen der kambialen Zone, besonders oberseits, noch intensiver das Parenchym des Primärholzes und das Phloëm. Von der aussergewöhnlichen rötlichen Färbung, die zum Teil auch in die Zellmembranen eingedrungen ist, abgesehen, ist eine etwas intensivere Braunfärbung als bei b wahrzunehmen.

Stärke ist, im Gegensatz zum Juni, nur in minimalen Einschlüssen im Chlorophyllgewebe der Rinde vorhanden.

d: Intensiv gebräunt ist die Epidermis, weniger stark das Primärholzparenchym, schwach die Siebteile, deren Belege wenige stark verdickte und verholzte Sklerenchymfasern aufweisen.

Stärke ist im Mark in gleichen Mengen wie im Juni vorhanden; die Rinde, welche beträchtlich mehr als das Mark gespeichert hat, enthält nicht so viel wie bei d vom 19. 6. 14.

e: Die Epidermis und einige darunter liegende periphere Rindenpartieen sind intensiv braun gefärbt, weniger stark das Parenchym des Primärholzes, noch schwächer die meisten Zellen der zartwandigen und zum Teil zusammengedrückten Endodermis.

Alle parenchymatischen Gewebe des Querschnittes sind gleichmässig mit Stärke angefüllt.

Gerbstoff und Stärke verhalten sich also im ganzen wie im Juni; die Stärke hat in den mittleren Partieen nur etwas ab-, der Gerbstoff an der Insertionsstelle noch etwas zugenommen.

14. 8. 14.

Das längste der 13 Internodien des 132 cm langen Ausläufers ist 20 cm lang und liegt etwa $^1/_3$ der ganzen Rhizomlänge von der Spitze entfernt. Nur wenige Knoten des unteren Endes sind schwach bewurzelt. Zwei gegenständige Blätter finden sich nur noch an den oberen Knoten des Ausläufers, meist ist

nur noch eins vorhanden; an den unteren 3 Knoten fehlen sie gänzlich.

Schnitt a bis e: 0,4—3,3—62—130—131,5 cm von der Spitze entfernt.

Was die anatomischen Verhältnisse anbetrifft, so zeigen die Schnitte ein wenig älteres Entwicklungsstadium, als die entsprechenden vom 16. 7. 14, besonders in Bezug auf Entwicklung der Leitbündel und sekundäres Dickenwachstum.

a: Ausser einer minimalen Bräunung im Parenchym des Primärholzes, sowie spurenweise in den Phloëmpartieen ist der ganze Querschnitt farblos. Drüsenköpfchen mit dunkelbraunem Inhalt sind nur relativ wenige auf der Oberfläche vorhanden.

Stärke liegt ziemlich wenig in Stärkescheide, keine oder doch nur sehr geringe Einschlüsse im Chlorophyllgewebe der Rinde und des Markes.

b: Im ganzen ist die Bräunung, die sich im Parenchym des Primärholzes, den Markstrahlen und schwach in den Siebteilen findet, fast dieselbe wie bei a, nur in dem auf der Oberseite liegenden Leitbündel ist sie wenig intensiever.

Stärke in gleicher Verteilung und fast derselben Menge wie bei a. Eine deutliche Abnahme ist gegenüber dem entsprechenden Stadium des Juli zu beobachten.

c: Eine prägnante Brannfärbung, intensiver als bei b, weist nur das Parenchym des Primärholzes auf. Die intrafaszikulare Kambialzone zeigt stellenweise wieder den schon im Juli in den gleichen Zellen beobachteten rötlichen Inhalt.

Stärke findet sich ziemlich wenig in dem erst schwach entwickelten interfaszikularen Sklerenchymring und angrenzenden peripheren Mark, namentlich auch vor den Bündeln. Im Chlorophyllgewebe der Rinde liegt ziemlich wenig Assimilationsstärke.

d: Gegenüber dem 16. 7. 14 ist eine erhebliche Gerbstoffzunahme festzustellen. Die Epidermis ist, besonders oberseits, intensiv braun gefärbt, schwächer einige Zellen der Endodermis. Eine intensive Braunfärbung findet sich ferner im Primärholzparenchym und in den Markstrahlen, spurenweise auch in den den collenchymatischen Ecken benachbarten Rindenpartieen.

Stärke ist in geringer Menge im interfaszikularen Sklerenchymring, der eine ziemlich grosse Markhöhlung umgibt, ge-

speichert, wesentlich mehr in der Rinde, besonders auf der Unterseite.

e: Einen schwachen braunen Schimmer zeigen wenige periphere Rindenzellen. Eine intensive Braunfärbung tritt in der Epidermis und im Primärholzparenchym, sowie teilweise in den Markstrahlen, etwas schwächer in den schmalen Phloëmpartieen der Leitbündel und in einigen Zellen der zum Teil zusammengedrückten Endodermis auf.

Sehr viel Stärke liegt in sämtlichen parenchymatischen Elementen von Rinde und Mark.

Zwei Längsschnitte durch Knotenregionen f und g: 7,5 bzw. 117 cm von der Spitze entfernt zeigten entsprechende Verhältniss wie im Juni.

f: Im Mark finden sich wieder die kristallinischen Konkretionen; im Gegensatz zu den Internodien ist hier eine schwache Bräunung wahrzunehmen. Eine noch vollkommen in der Rinde eingeschlossene Wurzelanlage zeigt eine tiefbraune Färbung, besonders in der Region der Wurzelhaube.

Im Mark nimmt von beiden Seiten her die Stärkemenge, zuerst peripher auftretend, zu bis zu einem nicht sehr grossen Maximum über und unter dem Diaphragma, welches selbst, ebenso wie die collenchymatisch verdickten Rindenpartieen in den Achseln der austretenden Blätter stärkefrei ist.

g: Hier sind die Markzellen wieder zu abgeflachten, stark verdickten und getüpfelten Steinzellen umgewandelt, welche Konkretionen von Oxalatnädelchen enthalten. Im peripheren Mark erstreckt sich dieses Diaphragma über eine bedeutend breitere Region als in der Mitte.

Nach dem Knoten zu ist auch wieder eine geringe Stärkezunahme wahrzunehmen. Unter dem Knoten erreicht die gespeicherte Stärke ein grösseres Maximum als darüber. Im Mark ist die Stärke am unteren Ende der Zellen gelagert, in der Rinde an den der Oberfläche abgewandten Seiten der Zellen.

Der Gerbstoffgehalt hat im Verhältnis zum Juli wenig zugenommen; besonders am unteren Ende ist die Bräunung intensiver und die gebräunte Zone weiter hinaufgerückt.

Stärke enthält der Ausläufer auch in diesem Entwicklungsstadium nur wenig, ausser in den basalen Partieen, die sehr stärkereich sind.

20. 10. 14.

Eine Reihe von Ausläufern ist bereits mehr oder minder weit abgestorben und vertrocknet. Die makroskopisch sich durch eine dunklere Färbung auszeichnende jugendliche Partie des Ausläufers ist hier nur wenige mm lang und tritt bedeutend weniger hervor als in den vorigen Monaten, da der ganze Ausläufer etwas dunkler braun gefärbt erscheint. Die Gewebe sind hier schon dicht unter der Spitze relativ weit differenziert, und das sekundäre Dickenwachstum geht im Vergleich zu den früher untersuchten Entwicklungsstadien bedeutend weiter zur Spitze hinauf.

Schnitt a bis e: Durch den 151 cm langen, noch vollkommen lebendigen Ausläufer in 0,2—2—70—149—150,8 cm Entfernung von der Spitze.

In a sind die Gewebe bereits fast vollkommen differenziert, sodass auch die Bündelelemente, vor allem die Gefässe, schon deutlich hervortreten; die Rindenecken sind stark collenchymatisch verdickt. In b hat das sekundäre Dickenwachstum eingesetzt. Die übrigen Schnitte wie oben.

a: Einen sehr prägnant braun gefärbten Inhalt weist die Epidermis, vor allem auf der Oberseite, auf. Schwach gebräunt sind die Siebteile der Leitbündel, sowie einzelne Partieen der interfaszikularen Bündelzone, die ersten Anlagen kleiner Nebenbündel, wenig intensiver das Vasalparenchym.

Stärke ist mittelviel in der Stärkescheide gespeichert, ziemlich wenig in den Rindenpartieen in der Umgebung der collenchymatischen Ecken. Im übrigen ist feinkörnige Assimilationsstärke ausser im zentralen Mark in sämtlichen chlorophyllhaltigen Geweben enthalten.

b: Intensiv braun gefärbt ist die Epidermis der Oberseite, sowie das Primärholzparenchym und die Markstrahlen, besonders oberseits. Eine schwache Bräunung weisen auch die Siebteile auf. In der interfaszikularen Kambialzone eines Leitbündels tritt

wieder die rötliche Färbung auf. Im ganzen ist in der Bräunung vor allem im Primärholz eine Zunahme gegenüber a wahrzunehmen.

Aus der Stärkescheide ist die Stärke verschwunden, dagegen tritt sie auf in geringer Menge in der Rinde und zwar hier mehr als bei a, besonders auf der Unterseite. Gegenüber dem 14. 8. 14 ist eine deutliche Zunahme der Stärkemenge unverkennbar.

c: Im ganzen ist hier eine geringere Bräunung vorhanden als bei b. Sie findet sich in der Epidermis, im Parenchym des Primärholzes und in den Markstrahlen. Spurenweise zeigt sich eine braune Tönung auch in einzelnen Partieen der Kambialzone und in den den collenchymatischen Ecken benachbarten Rindenpartieen.

Die Stärke zeigt besonders auf der Unterseite eine Zunahme. Nicht sehr viel grobkörnige Reservestärke ist in der Rinde, etwas weniger im interfaszikularen Sklerenchymring gespeichert.

d: Etwas intensivere Bräunung als bei c. Ausser der dunkelbraunen Färbung, besonders in der oberseitigen Epidermis, die stellenweise verletzt ist, sowie im Parenchym des Primärholzes und in den Markstrahlen tritt in der Umgebung einiger Wundstellen in der Rinde Anhäufung brauner Massen auf.

Mittelviel Stärke, etwas mehr als bei c, findet sich in der Rinde gespeichert, im interfaszikularen Sklerenchymring weniger, auch das Rindencollenchym enthält hier etwas Stärke.

e: Braunfärbung wie bei d; nur sind hier auch viele Endodermiszellen, besonders vor den 4 Gefässbündeln schwach gebräunt. Auch hier finden sich abgestorbene Rindenpartieen, die von dunkelbraunen Massen umgeben sind.

In allen parenchymatischen Geweben des Querschnittes ist viel Stärke gespeichert, die am unteren Ende der Zellen gelagert ist; am meisten liegt in der Rinde ausser in der Umgebung der abgestorbenen Partieen, die stärkefrei sind.

Die Gewebe sind also bereits dicht unter dem Vegetationspunkt relativ weit differenziert und bestehen aus plasmaärmeren Zellen als früher, ein Zeichen, dass das hauptsächlichste Längen-

wachstum an der Spitze beendet ist. Die Zone des zweiten Gerbstoffmaximums liegt bereits in b, ist also im Verhältnis zu den vorigen Monaten bedeutend weiter an der Achse hinauf gerückt. Im übrigen hat der Gerbstoffgehalt unverkennbar zugenommen, besonders in den fertig entwickelten Partieen, und die Schwankungen im Verlaufe des Ausläufers sind nur minimal.

Stärke findet sich in der oberen Hälfte kaum etwas mehr als im August.

Zusammenfassung: Anatomisch unterscheiden sich die einzelnen Ausläufer und Entwicklungsstadien im Laufe der Jahresperiode nicht sehr von einander. Die Zone der Gewebedifferenzierung, der Ausbildung eines Sklerenchymringes und des Eintretens des Dickenwachstums rückt allmählich weiter nach der Spitze hinauf. In der basalen Region nimmt die Mächtigkeit des sekundären Holzkörpers mit dem Alter nicht sehr erheblich zu. Im übrigen ist noch hervorzuheben, dass die 4 Kanten des Ausläufers, gebildet durch collenchymatisch verdickte Rindenpartieen, am stärksten hervortreten im aufgerichteten, blühenden Spross; am meisten treten sie zurück in der ziemlich abgerundeten basalen Region. Das Mark ist in den mittleren Partieen des Ausläufers meist hohl, an der Insertionsstelle dagegen stets solide.

Gerbstoff wird im ganzen wenig abgelagert. Er beschränkt sich vor allem auf die Epidermis der Oberseite und das Parenchym des Primärholzes, später auch die Siebteile und die Endodermis. Der Gerbstoff hat 3 mehr oder weniger deutlich ausgeprägte Maxima. Das erste und bedeutendste liegt am Vegetationspunkt; das zweite meist nur schwach im Innern ausgeprägte rückt im Laufe der Vegetationsperiode allmählich weiter nach der Spitze hinauf; das dritte liegt an der Insertionsstelle und nimmt zu mit dem Alter des Ausläufers. Am Ende der Vegetationsperiode, wo der Gerbstoffgehalt im ganzen etwas grösser ist, gleichen sich diese Unterschiede etwas mehr aus, sodass die Rythmik hier am wenigsten typisch ausgeprägt ist.

Die Stärkemenge hat ihr Maximum im einzelnen Ausläufer in der basalen Region, die stets viel Stärke enthält, im Laufe der Vegetationsperiode zu Beginn der Blütezeit. Im einzelnen

Ausläufer wächst die Menge der abgelagerten Stärke von der Spitze nach der Basis an, von geringen Schwankungen abgesehen, die keine scharfe Gesetzmässigkeit erkennen lassen. In der Stärkescheide findet sie sich nur in der oberen Hälfte mit einem Maximum, das ungefähr mit dem des Gerbstoffes zusammenfällt. Im Mark ist meist wenige cm unter der Spitze ein sehr schwaches Minimum ausgeprägt. In den mittleren Partieen nimmt die Menge im Laufe des Sommers etwas ab. Die Rinde enthält allermeist mehr Stärke als das Mark.

Arnica Chamissonis.

An der Stelle, an der das vorjährige Rhizom sich aufrichtet und den diesjährigen oberirdischen Spross entwickelt, treibt ein neues, vollkommen wagerecht wachsendes Rhizom aus in einer Tiefe von etwa 10 cm unter der Erdoberfläche. Das Rhizom hat seine grösste Mächtigkeit im oberen Drittel, nach dem unteren Ende nimmt es beträchtlich an Dicke ab. Ausser den Schuppenblättern finden sich am ganzen Rhizom Adventivwurzeln, die an beliebigen Stellen entspringen können und schon wenige mm unter der kurzen Endknospe angelegt werden. 20 bis 24 isolierte, relativ kleine Gefässbündel trennen die lockere, oberseits meist mächtigere Rinde von dem bis in die ältesten Entwicklungsstadien lebendigen Mark, das etwa $^1/_3$ des Rhizomdurchmessers einnimmt. Je zwei Ölgänge begleiten in der Regel die Blattspuren, die durch ein Internodium hindurch in der Rinde verlaufen und dann zu je dreien in ein Schuppenblatt austreten. An mechanischem Gewebe ist vorhanden ein 3- bis 4-schichtiges Rindencollenchym, die sklerenchymatischen Siebteilbelege und die sklerenchymatischen Xylemscheiden, die sich in den älteren Stadien mehr oder minder zu einem Holzring vereinigen. Ein sekundäres Dickenwachstum tritt besonders interfaszikular nur in sehr geringem Masse auf.

20. 5. 14.

An der Aufrichtunsstelle des vorjährigen Rhizoms entspringen kurz nach Austrieb des oberirdischen Sprosses eine Menge kräftiger Wurzeln und etwas später wenige, seitlich austreibende Rhizome. Die Aufrichtungsstelle des alten Rhizoms, das in einer stattlichen, oberirdischen Blattrosette endigt, weist eine violette Anthozyanfärbung auf. Das untersuchte, 1,3 cm lange Rhizom ist in frischem Zustande farblos, nach der Konservierung dunkelbraun gefärbt. Dicht darunter entspringt ein zweites Rhizom von 0,4 cm Länge.

Schnitt a bis c: Durch die Ansatzstelle des 0,4 cm langen Rhizomtriebes, längs durch die Spitze und quer dicht oberhalb der Insertionsstelle des 1,3 cm langen Rhizoms.

In c sind sämtliche Gewebe noch sehr zartwangig. Die zahlreichen, in einem geschlossenen Ring angeordneten Gefässbündel sind noch vollkommen undifferenziert. 6 isolierte, im nächsten Knoten austretende Blattspuren verlaufen in der Rinde. Das Mark, welches dichter gebaut ist als die Rinde, nimmt nur etwa $^1/_3$ des Rhizomdurchmessers ein.

a: An der Umbiegungsstelle des Rhizoms treten in ziemlich gedrängter Stellung eine Reihe von Blattspursträngen von erheblicher Grösse aus, die von weiten Olgängen begleitet sind. Das anfangs dichte, dunkelbraune Mark, in dessen Interzellularen sich schwarze Massen finden, hellt sich auf, wird lockerer, die Interzellularsubstanzen bleiben aus, das ganze Mark wird breiter und füllt sich mit dunkelbraunen Tröpfchen, die in der aufrechten Achse wieder verschwinden. Die Rinde wird schmaler, hellt sich auch auf und führt in den inneren Partieen ebenfalls dunkelbraune Gerbstofftröpfchen. An der Austrittsstelle der neuen Rhizomanlage hellt sich nun zunächst das Mark auf, das hier aus zartwandigen, lückenlos aneinanderschliessenden Zellen besteht. Auch die Rinde wird zunächst dichter, füllt sich an dieser Stelle mit braunen Tröpfchen und hellt sich dann plötzlich auf. In dem jugendlichen Rhizom selbst sind Mark und Rinde intensiv gebräunt, am dunkelsten das periphere Mark, wenig heller die innere Rinde. Die periphere Rinde und die Knospenschuppen

sind tief dunkelbraun gefärbt. Das Mark, welches im ganzen mehr Gerbstoff führt als die Rinde, ist bis an die farblose, flache Kuppe des Vegetationskegels mit zahlreichen dunkelbraunen Tröpfchen erfüllt.

b: Unter dem flachen, farblosen, etwas eingesenkten Vegetationskegel, unter dem sich das Mark sehr schnell verbreitert, setzt in der ganzen Breite, wenig eher unter den beiden seitlichen Kuppen der jüngsten Blattanlagen, eine intensive Bräunung, sowie eine Einlagerung dunkelbrauner Tröpfchen ein, die dicht unter der Einsatzstelle ihr Maximum hat. Im peripheren Mark ist sie am intensivsten. Von hier aus nimmt sie, zuerst im zentralen Mark, wenig wieder ab bis zum unteren Ende der Knospe, wo die Einlagerung der Gerbstofftröpfchen aufhört und sich eine gleichmässige Bräunung durch Mark und Rinde erstreckt, die nach dem unteren Ende wenig wieder anwächst. Am intensivsten gebräunt ist das periphere Mark, wenig geringer die innere Rinde. Die peripheren Partieen der Rinde und der Knospenschuppen sind schwarz-braun gefärbt.

Nicht sehr viel Stärke liegt vom unteren Ende der Knospe an in der Stärkescheide.

c: Mark und Rinde sind gleichmässig intensiv hell-braun gefärbt, das periphere Mark und die innere Rinde wenig dunkler. Im peripheren Mark sind ausserdem dunkelbraune Tröpfchen eingelagert. Die noch vollkommen zartwandigen Faserbelege der Leitbündel sind dunkelbraun gefärbt und treten deshalb stark hervor. In der peripheren Rinde nimmt die Intensität allmählich zu bis zur dunkelbraunen Epidermis.

Ziemlich viel Stärke liegt in der Stärkescheide.

Gerbstoff ist also in den jugendlichen Rhizomtrieben sehr viel vorhanden. Die Menge nimmt mit der weiteren Differenzierung etwas ab, besonders hört die Einlagerung der dunkelbraunen Tröpfchen allmählich auf, die sich auch im vorjährigen Rhizom in der Umgebung der Austrittsstelle finden, und die allmählich resorbiert werden. Bei Eintritt intensiveren Längenwachstums bildet sich eben unterhalb der Endknospe eine Streckungs-

region aus, ausgeprägt durch ein vorläufig noch nicht sehr stark hervortretendes Gerbstoffminimum.

Stärke findet sich nur in der Stärkescheide, ausser in den noch meristematischen Regionen.

16. 6. 14.

Das 8,2 cm lange Rhizom ist in frischem Zustnnde farblos, nach der Konservierung in Kaliumbichromat dunkelbraun gefärbt und schliesst ab mit einer kurzen Endknospe. An den 3 Knoten befindet sich je ein braunes Schuppenblatt.

Schnitt a bis d: Längs durch die Spitze, quer in 1,5 und 8 cm Entfernung von der Spitze und quer dnrch die Mitte des Rhizomtribes 1913.

Die kurze Knospe wird gebildet durch etwa 5 Schuppenblätter an jeder Seite, die den flachen Vegetationskegel lose überdecken. Eine Abgrenzung der Knoten gegen die Internodien ist weder im Mark noch in der Rinde zu bemerken. Unter der Knospe liegt ein bereits ziemlich gestrecktes Internodium, das mit einem Schuppenblatt abschliesst, in dessen Achsel eine junge tiefbraune Seitenknospe liegt. In b hat das Rhizom seine grösste Mächtigkeit, besonders infolge der starken Ausbildung des Rindenparenchyms. Hier bilden nur relativ wenige, schwach verdickte und verholzte Faserelemente die Sklerenchymscheiden der Leitbündel, während es in c mächtige mechanische Gewebekomplexe sind. Die äusseren Belege sind nur relativ schwach entwickelt, die inneren dagegen bedeutend stärker. Das Rindencollenchym ist in c wenig weiter entwickelt als in b, ebenso die nur schwach entwickelte Phellogenschicht. In b liegen in der lockeren Rinde 6 im nächsten Knoten austretende Blattspuren zweier Schuppenblätter, die in fast dekussierter Stellung der Achse inseriert sind. In der Gefässbündelzone liegen die übrigen 18 Bündel, von denen 6, die im übernächsten Knoten austreten werden, schon etwas hervortreten, aber noch von der ringsum geschlossenen Stärkescheide umschlossen sind. Schwache Faserbelege der Siebteile weisen fast nur diese 6 Leitbündel auf, sklerenchymatische Belege auf der Innenseite des Holzkörpers kom-

men dagegen bei je einem der zwischen ihnen liegenden Bündel vor, sodass man also 4 Generationen von je 6 Gefässbündeln unterscheiden kann, die in vier aufeinanderfolgenden Knoten in die Blattspuren austreten. Trotzdem die junge Stärkescheide noch relativ viel Stärke enthält, sind doch schon in allen Radialwänden deutlich Casparysche Punkte zu erkennen. Bei c liegen nur an 2 diametral entgegengesetzten Seiten 2 von je 2 Ölgängen flankierte, isoliert verlaufende Gefässbündel, denen wenige stark verdickte und verholzte Sklerenchymfasern vorgelagert sind. Das Kambium hat sich durch Entstehung eines interfaszikularen Kambialgewebes zu einem Ring geschlossen. Die aus den verholzten Xylemelementen und seinen Faserbelegen bestehenden Holzkörper haben sich häufig in mehreren benachbarten Leitbündeln zu einem einheitlichen Holzkörper zusammengeschlossen, in dem nicht sehr viele, aber relativ grosse Gefässe liegen. Der im ganzen grössere Querschnitt d zeigt im wesentlichen dieselben Verhältnisse. Die Rinde ist hier nur halb so dick wie das Mark. Die Epidermis und die äusserste Zellreihe der Phellogenschicht sind abgestorben.

a: Unter dem flachen, farblosen Vegetationskegel setzt im Mark sehr früh eine Bräunung ein, die sich schnell bis zu einem Maximum in 0,1 mm Entfernung von der Spitze steigert. Zuerst setzt die Bräunung im peripheren Mark ein, und zwar direkt unter den beiden jüngsten Blattwülsten wenig früher als in den übrigen Partieen, etwas später und weniger intensiv auch im zentralen Mark. Von der Stelle des Gerbstoffmaximums ab, wo das Mark ziemlich gleichmässig intensiv gebräunt ist, nimmt die Färbung vor allem im zentralen Mark allmählich wieder ab, sodass die Randpartieen des Markes, wenn auch graduell vermindert, immer dunkler gefärbt bleiben als das innere Mark. Die Bündelzone ist fast farblos, eine schwache Bräunung liegt an den Ansatzstellen der Schuppenblätter. Gebräunt sind ferner die peripheren Partieen der den Vegetationskegel lose einhüllenden Schuppenblätter, besonders die Epidermis und Hypodermis der nach aussen gewandten Seite, die sich fortsetzt in die gleichen Zellschichten der Internodien. Die Rinde, die anfangs wegen der gedrängten Stellung der Knospenschuppen sehr zurücktritt, hat das Maximum ihrer Bräunung in 0,22 mm Entfernung von der Kuppe.

Dieses ist aber nicht so bedeutend wie das im Mark und nimmt schneller wieder ab. Schon in der doppelten Entfernung ist die Rinde nur schwach bräunlich gefärbt wie das Mark. Die Übergangsstelle der Knospenschuppen in die Achse ist etwas intensiver gebräunt als die Umgebung.

Etwas unterhalb der Knospe setzt eine geringe Stärkespeirung ein in der Stärkescheide.

b: Unter der tiefbraunen Epidermis, die stellenweise schon im Absterben begriffen ist, ist eine schwache, rötlich-braun gefärbte Phellogenschicht angelegt. Die mittlere Rinde ist farblos, hellbraun gefärbt die innere Rinde, die noch fast unverdickten Siebteilbelege, das Ploëm, sowie das Vasalparenchym. Die Stärkescheide ist gänzlich, das zentrale Mark fast farblos. Die von farblosem Epithel umgebenen Ölgänge in der inneren Rinde führen wenig tiefbraunen Inhalt. Hellbraun gefärbt sind ferner noch das Perikambium, die parenchymatischen Markstrahlen, das periphere Mark und die Kambialschicht. Im ganzen hat die Bräunung gegenüber a erheblich abgenommen.

Stärke liegt nicht sehr viel in der Stärkescheide.

c: Unter der dunkelbraunen, zum Teil abgestorbenen Epidermis liegt eine schwache Phellogenschicht, deren äusserste, grosszellige Reihe hellbraun gefärbt ist. Darunter befindet sich dunkler, grünlich-braun gefärbtes Rindencollenchym. Die tiefe Bräunung geht allmählich über in die helle Bräunung der sehr lockeren Rinde. Die parenchymatischen Elemente innerhalb und in der Umgebung der in der Rinde verlaufenden Bündel sind intensiv braun gefärbt wie bei b. Die Bräunung der Rinde nimmt nach den inneren Partieen wieder an Intensität zu. Intensiv braun gefärbt sind ferner der Kambiumring, das Pericykel, die Markstrahlen, das Primärholzparenchym und das Mark. Im ganzen ist die Bräunung bedeutend intensiver und verbreiteter als in b.

Stärke wie bei b.

d: Gerbstoff ist im ganzen in derselben Verteilung vorhanden wie bei c. Die peripheren Partieen und die parenchymatischen Gewebe der Bündelzone sind noch intensiver gefärbt. Ausserdem sind viele der grossen Interzellularräume vor allem in der inneren Rinde und im peripheren Mark ausgefüllt durch

schwärzliche, widerstandsfähige Substanzen, die weder durch konzentrierte Säuren, noch durch starke Laugen angegriffen werden und deshalb wahrscheinlich kohliger Natur sind. Sie dürften identisch sein mit den als Phytomelane bezeichneten, kohligen Substanzen, die Hanausek im Pericarp oder im Hüll- und Spreublatt bei 98 Kompositenarten gefunden und näher untersucht hat[1]). Neuerdings wurde von demselben auch in den Wurzeln dreier Kompositengattungen (Perezia, Rudbeckia, Inula) die Anwesenheit von Phytomelan festgestellt[2]), etwa gleichzeitig von Griebel ebenfalls im Rhizom von Inula Helenium[3]).

Stärke fehlt; selbst die hier braun gefärbte Endodermis ist stärkefrei.

Der Gerbstoffgehalt nimmt also von der Spitze her ab bis zu einem Minimum in geringer Entfernung von der Endknospe und wächst dann wieder nach dem unteren Ende an bis zu einem erheblichen Maximum. Im ganzen hat er gegenüber den ganz jugendlichen Stadien vom 20. 5. 14 abgenommen.

---

[1]) Hanausek, Zur Entwicklung des Perikarps von Helianthus annuus (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1902, Bd. 20, p. 450).

—, Über das Perikarp von Humea elegans (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1902, Bd. 26 a).

—, Die Kohleschicht im Perikarp der Kompositen (Sitzungsber. d. Kais. Ak. d. Wiss. in Wien 1907, Bd. 116, p. 3).

—, Neue Mitteilungen über die sogenannte kohlige Schicht der Kompositen (In Wiesners Festschrift. Wien 1908, p. 139).

—, Über die Perikarphöcker von Dahlia variabilis (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1910, Bd. 28).

—, Über das Perikarp und das Perikarpsekret der Gattung Carthamus (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1911, Bd. 29).

—, Zur Kenntnis der Verbreitung der Phytomelane (Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1911, Bd. 29).

—, Untersuchungen über die kohleähnlichen Massen der Kompositen (Denkschr. d. Kais. Ak. d. Wiss. in Wien 1911, Bd. 87, p. 94).

[2]) Hanausek, Über ein neues Vorkommen von Phytomelan (Arch. für Chemie u. Mikroskopie 5, p. 1—10, Wien 1913).

—, Über Phytomelane (Pharmazeutische Post XVIII, Nr. 87, p. 937—938, Wien 1913)

[3]) Griebel, Über das Vorkommen von Phytomelan im Wurzelstock von Inula Helenium L. (Zeitschr. für U. d. N. G. 1913, 25, S. 555 ff.).

Stärke liegt etwas weniger als im Mai in der Stärkescheide.

16. 7. 14.

Untersucht wurde ein 16 cm langes Rhizom, das allseitig mit einer Reihe von Adventivwurzeln besetzt ist.

Schnitt a bis d: Durch die Spitze längs, quer durch die Achse 1—8—15 cm von der Spitze entfernt.

An der Spitze grenzen beiderseits 6 fast gegenständige Knospenschuppen die entsprechende Anzahl Internodien ab, von denen das unterste bereits ziemlich gestreckt ist. 0,6 cm von der Spitze entfernt liegt schon eine Adventivwurzelanlage in der inneren Rinde. Schnitt b ist noch etwas jünger als der entsprechende Schnitt vom 16. 6. 14. Mechanische Elemente sind, abgesehen von dem schwachen Rindencollenchym, noch nicht vorhanden. 3 Leitbündel verlaufen in der Rinde, 3 sind im Begriff aus der Bündelzone auszutreten. Der im ganzen etwas kleinere Querschnitt zeigt schon eine schwache Phellogenschicht, sowie je nach dem Alter der Bündel mehr oder minder stark ausgebildete Sklerenchymscheiden. Ein noch bedeutend mächtiger entwickeltes mechanisches Gewebe haben wir in dem wesentlich kleineren Schnitt d, bei dem die Holzkörper mehrerer Bündel häufig zu einem grösseren, mechanischen Gewebekomplex vereinigt sind.

a: Unter dem flachen, farblosen Vegetationskegel setzt in nicht ganz 0,1 mm Entfernung von der etwas eingesenkten Kuppe, zuerst im peripheren Mark auftretend, eine Gerbstoffbräunung ein, die unmittelbar unter dieser Stelle ein beträchtliches, aber nur sehr kurzes Maximum aufweist, welches im peripheren Mark am stärksten ist. Im inneren Mark nimmt die Bräunung allmählich ab, während sie sich im peripheren Mark eine längere Strecke an der Innenseite der Bündelzone entlang zieht. In der Rinde nimmt die Bräunung auch allmählich ab, ist aber anfangs nicht so intensiv wie im Mark. Eine Wurzelanlage in geringer Entfernung von der Knospe führt in dem umgebenden Parenchym sowie in der Calyptra braunen Inhalt. Die den Vegetationskegel klappenartig überdeckenden Knospenschuppen sind, besonders in den jugendlichen Stadien, tief braun gefärbt. Später werden die

inneren Partieen farblos, während besonders die nach aussen gekehrten, peripheren Partieen tief braun gefärbt sind. An der Übergangsstelle der Schuppen in die Achse ist eine intensivere Bräunung wahrzunehmen. Im ganzen ist der Farbton etwas intensiver als im Juni, aber nicht so reinbraun, sondern etwas unansehnlich grünlich-braun.

Eine ziemlich geringe Stärkespeicherung setzt am unteren Ende der Knospe in der Stärkescheide ein, fehlt aber in der Region der austretenden Wurzel.

b: Der tiefbraune Inhalt der Ölgänge hat sich meist an den Wandungen kontrahiert. Unter der tiefbraunen Epidermis liegen einige grünlich-braune, periphere Rindenpartieen. Die mittlere Rinde weist nur eine sehr schwache Bräunung auf, die etwas intensiver wird in der inneren Rinde. Unter der farblosen Stärkescheide liegen die von braun gefärbten, parenchymatischen Geweben umgebenen Gefässbündel. Eine intensive Grün-Braunfärbung zeigt sich im Holz- und Siebparenchym, sowie im Kambium und im Pericykel. Das innere Mark ist wie die Rinde nur leicht gebräunt. Im ganzen ist die Bräunung etwas intensiver als bei b vom 16. 6. 14.

Stärke ist relativ viel gespeichert in der Stärkescheide, mehr als im Juni.

c: Die Bräunung ist im ganzen etwas intensiver geworden, stellenweise aber hat sie etwas abgenommen. Unter der mit dunkelbraunen Inhaltsmassen erfüllten, zum grössten Teil abgestorbenen Epidermis hat sich eine rotbraune Phellogenschicht gebildet. Die Rinde wie bei b. Die nur schwach getönte Stärkescheide enthält zwar noch Stärke, es treten aber bereits die Casparyschen Punkte auf. Die parenchymatischen Elemente der Bündelzone wie bei b. Auch die schon überall angelegten und in Verholzung begriffenen Faserbelege auf der Innen- und Aussenseite der Bündel enthalten noch braunen Inhalt. In vielen Interzellularen der inneren Rinde treten wieder die schwarzen, undurchsichtigen Massen auf.

Stärke ist etwas weniger als bei b vorhanden.

d: Die Bräunung hat erheblich an Intensität zugenommen; sie ist auch intensiver als am unteren Ende des im Juni unter-

suchten Exemplares. Von der dunkelbraunen Phellogenschicht nimmt sie allmählich ab nach der lockeren, mittleren Rinde hin, um dann wieder anzuwachsen nach den inneren Partieen, an die sich die fast farblose Endodermis anschliesst. Intensiv gebräunt ist die zu einem Ring geschlossene Kambialzone und die zwischen ihr und der Endodermis gelegenen parenchymatischen Elemente. In den Leitbündeln sind nur wenige Elemente des Vasal- und Kribralparenchyms schwach gebräunt, etwas intensiver die Markstrahlen und das Mark. Die kohligen Substanzen in der inneren Rinde finden sich hier noch zahlreicher als in c.

An Stärke finden sich nur noch einige Körner in der Stärkescheide.

Im ganzen ist also mehr Gerbstoff zur Ablagerung gekommen, als im Juni; sein Minimum liegt wieder eben unter der Endknospe.

Ebenso liegt etwas mehr Srärke in der Stärkescheide, im ganzen ist aber nur sehr wenig vorhanden.

13. 8. 14.

1. Ein etwa die gleiche Länge, nämlich 17,3 cm, besitzendes Rhizom, wie das im Juli untersuchte, dessen 9 Internodien von oben nach unten eine Länge von 1—1,5—2,9—1,2—2,5—2,2—2,8—1,6—1,1 cm hatten, wurde zu entsprechenden Querschnitten untersucht und zeigte ähnliche Verhältnisse:

Die Bräunung ist nicht ganz so stark wie im Juli, besonders bei b und c. d ist dagegen sehr intensiv gebräunt, besonders in der hypodermalen Phellogenschicht, dem relativ stark ausgebildeten Rindencollenchym, in der inneren Rinde und in der Umgebung der Austrittsstelle einer Adventivwurzel. An dieser Stelle hat sich auch aus den sklerenchymatischen Elementen mehrerer benachbarter Bündel ein mächtiger Holzkörper gebildet, der bedeutend stärker ist als an der entgegengesetzten Seite. In b ist ebenfalls eine noch in der Rinde eingeschlossene, jugendliche Wurzelanlage getroffen. Tief gebräunt ist die keilförmig die Rinde durchbrechende Calyptra, ebenso das den Wurzelfuss um-

gebende Rindenparenchym, die Anlage selbst zeigt im Innern eine schwächere, diffuse Braunfärbung.

Die Stärkemenge ist die gleiche wie im Juli, im unteren Teile noch etwas grösser.

Dieses Stadium ist also noch etwas jünger als das vom 16. 7. 14.

2. An das im Juli untersuchte Entwicklungsstadium schliesst sich das folgende Rhizom an: An dem 29 cm langen Rhizom, das sich am vorderen Ende etwas aufgerichtet hat, sehen 2 Blättchen der eben unter der Erdoberfläche liegenden Knospe aus der Erde.

Schnitt a bis f: Längs durch die Spitze, in 1—15—28 cm Entfernung von der Spitze quer durch das Rhizom, längs durch eine Knotenregion in der Mitte des Rhizoms und quer durch die aufrechte Achse in der Höhe des Erdbodens.

Die Endknospe ist bedeutend kürzer als in den vorigen Stadien, trotzdem ebensoviel Knospenschuppenpaare, d. h. Internodien da sind. Das anfänglich dichte, aus radial gestreckten Zellen bestehende Mark lockert sich am unteren Ende der Knospe stark auf und bekommt hier grosse Interzellularen, ebenso die Rinde. In b sind die Gewebe bereits wesentlich weiter entwickelt als in den früheren Stadien. Relativ stark verdickte und verholzte Faserbelege sind den Bündeln auf der Innen- und Aussenseite vorgelagert. Stellenweise hat sich bereits ein Interfaszikularkambium gebildet. Bei c ist die oberseitige Rinde erheblich dicker als die unterseitige. An der Stelle der austretenden Wurzel zeigt das Xylem eine bedeutend mächtigere Ausbildung mechanischer Elemente. In dem bedeutend kleineren Querschnitt d sind die stark entwickelten, sklerenchymatischen Gewebe der Xylempartieen, nur durch schmale Markstrahlen getrennt, fast zu einem Holzring vereinigt.

a: Der Gerbstoff verhält sich in der Spitzenregion wie bei dem vorigen Exemplar; Die Bräunung ist nur wenig intensiver, vor allem nimmt sie unterhalb des Maximums nicht so stark ab.

Eine Stärkespeicherung setzt in geringem Masse im unteren Teile der Knospe in der Stärkescheide ein, welche auch die Blattspuren in die Knospenschuppen begleitet.

b: Unter der dunkelbraunen, kleinzelligen Epidermis liegt eine gering mächtige Phellogenschicht, deren äusserste, grosszellige Reihe hellbrann gefärbt ist, während das darunter befindliche Rindencollenchym eine dunkelbraune Färbung besitzt, die mit dem Collenchym nach innen hin allmählich aufhört. Die mittlere Rinde ist blass bräunlich gefärbt, einzelne Zellen sind farblos. Die innere Rinde, in der die von schwach gebräuntem Epithel umgebenen, einen tiefbraunen Inhalt führenden Ölgänge verlaufen, ist etwas intensiver gebräunt. In den Interzellularen der inneren Rinde liegen auch wieder die kohligen Massen. Vereinzelt finden sich hier ferner, ebenfalls in den Interzellularen der inneren Rinde, stark lichtbrechende, wasserklare, gallertartige Tröpfchen. Die Endodermis weist nur einen schwachen, bräunlichen Schimmer auf. Wie die innere Rinde sind gefärbt die Markstrahlen, das Vasalparenchym, noch intensiver das intrafaszikulare Kambium. Eine wenig geringere Färbungsintensität weist das ziemlich lockere Mark auf. Im ganzen ist der Gerbstoffgehalt also bedeutend grösser als im Juli.

Stärke liegt wenig in der Stärkescheide.

c: Die Bräunung ist ähnlich wie bei b. In der inneren Rinde finden sich zahlreiche, dunkelbraune, körnige oder tröpfchenförmige Konkretionen. Die interzellular abgelagerten Substanzen sind hier bedeutend stärker vertreten. Eine tiefe Bräunung zeigt sich in der Region einer austretenden Wurzel; in der inneren Rinde liegen an dieser Stelle besonders grosse Massen dunkelbrauner Tröpfchen.

Stärke liegt so viel wie bei b in der Stärkescheide.

d: Abgesehen von den peripheren Partieen und den tröpfchenförmigen Konkretionen, die eine dunkelbraune Farbe besitzen, zeigt der ganze Querschnitt eine ziemlich gleichmässige, intensiv braune Färbung. Nur das intrafaszikulare Kambium und das interkribrale Parenchym sind wenig intensiver gefärbt als die Umgebung. Schwarze Interzellularsubstanzen finden sich in der Rinde und vor allem im Mark, helle nur in der Rinde in ziemlich grosser Anzahl.

Stärke ist nur noch in wenigen Körnern in der Stärkescheide zu finden.

e: Die Knotenregion, die an zwei fast gegenständigen, mehr oder minder weit abgestorbenen Schuppenblättern kenntlich ist, zeichnet sich durch nichts vor den Internodien aus. Auf dem Längsschnitt fallen besonders die schwarzen Substanzen auf, welche die grossen, langgestreckten Interzellularräume netzartig ausfüllen.

f: Eine Dunkelbraunfärbung ist nur in der zum grössten Teil abgestorbenen Epidermis, der nur selten tangentiale Teilungen aufweisenden Hypodermis und wenigen Zellen des Rindencollenchyms wahrzunehmen. Die übrigen parenchymatischen Gewebe des Querschnittes sind hellgrünlich-braun gefärbt. Durch eine Färbung mit Jodjodkalium erkennt man, dass die Verholzung der inneren und äusseren Faserbelege der Bündel stärker ist als im Rhizom. In diesem Schnitt tritt nämlich eine intensive Goldgelbfärbung ein gegenüber der hell zitronengelben Färbung der ebenso stark verdickten, aber nicht so zahlreichen und mächtigen mechanischen Elemente des Rhizoms. Im oberirdischen Stengel ist durch die Ausbildung eines interfaszikularen Prosenchymgewebes ein geschlossener Holzring gebildet. Im übrigen unterscheidet er sich durch die schwammigere Struktur der schmaleren Rinde, durch das grosse Marklumen und durch die stärkere Ausbildung des Xylems mit zahlreichen Gefässen.

Stärke ist nicht vorhanden.

Die Bräunung hat also unter der Spitze kein so ausgesprochenes Minimum mehr, sondern sie ist ziemlich gleichmässig über das Rhizom verteilt, was damit zusammenhängt, dass das Spitzenwachstum in der Hauptsache beendet ist. Im ganzen ist die Bräunung erheblich intensiver als in den früheren Stadien.

Die geringe Stärkemenge, die unterhalb der Endknospe einsetzt, nimmt nach dem unteren Ende ab. Sie ist nicht ganz so gross wie im Juli.

19. 10. 14.

Das untersuchte Rhizom ist 54,5 cm lang, gleichmässig gebaut und schliesst mit einer relativ grossen Endknospe ab. Ad-

ventivwurzeln finden sich auf der ganzen Länge des Rhizoms, das nach dem unteren Ende erheblich an Dicke abnimmt.

Schnitt a bis d: Längs durch die Winterknospe, quer durch das Rhizom 1,5—26—54 cm von der Spitze entfernt.

In der Spitzenregion, die an einem am 12. 2. 1915 konservierten, also noch vollkommen im winterlichen Ruhezustand befindlichen Exemplar untersucht wurde, sind die durch die Knospenschuppen angedeuteten Internodien bedeutend zahlreicher als im Hochsommer. Während im Sommer 5 bis 6 vorhanden waren, wobei das untere schon häufig ziemlich gestreckt war, sind hier in der Knospe 11 bis 12 vereinigt. Das anfänglich dichte Mark wird in geringer Entfernung vom Vegetationskegel, etwa in der Mitte der Knospe, schwammig und locker und führt grosse Interzellularen: bei der Streckung der Internodien wird das Mark dann wieder etwas dichter. Ölgänge treten bis weit in die Knospe hinein auf, sie treten mit den Blattspuren in die Knospenschuppen ein. Bereits ziemlich dicht unter der Knospe haben die Gewebe ihre endgültige Ausbildung erfahren. Die Faserbelege der Bündel sind schon meist fertig verdickt, verschieden je nach dem Alter der betreffenden Leitbündel. Das nicht ganz zu einem Ring geschlossene Kambium hat, besonders intrafaszikular, eine geringe Tätigkeit entfaltet. c unterscheidet sich von b nur durch eine etwas stärkere Ausbildung der mechanischen Elemente. In dem bedeutend kleineren Querschnitt d umgibt ein fast geschlossener, relativ mächtiger Holzring das dichte Mark.

a: Unter dem wasserklaren, stark eingebuchteten Vegetationskegel setzt plötzlich eine intensive Bräunung ein, die an der Innenseite der häufig durch austretende Blattspuren unterbrochenen Bündelzone herabläuft im peripheren Mark, während sie im inneren Mark sehr bald etwas abnimmt, jedoch längs nicht so viel wie im Sommer. In der Rinde nimmt die Braunfärbung von der Spitze her allmählich etwas zu bis zum unteren Ende der Knospe. Die Knospenschuppen sind in ihren peripheren Partieen intensiv gebräunt, nicht selten führen sie von gebräuntem Parenchym umgebene Ölgänge. Die schwarzen Interzellularsubstanzen setzen, vor allem in der Rinde, bereits am unteren Ende der Knospe ein, an dem sich auch eine Wurzelanlage mit tiefbrauner Calyptra befindet.

Stärke fehlt.

b: Eine intensive rot-braune Färbung zeigt sich, abgesehen von der wenig intensiver gefärbten inneren Rinde und der Bündelzone, sowie vor allem den dunkelbraunen peripheren Partieen des Phellogens und des Rindencollenchyms, gleichmässig im ganzen Querschnitt. Auch die Endodermis ist schwach gebräunt. Die innere Rinde führt in ihren Zellen wieder dunkelbraune Tröpfchen, in den Interzellularen schwarze Inhaltsmassen. Ferner sind in den grossen Interzellularen der inneren Rinde und besonders des Markes in grosser Menge die gallertartigen, stark lichtbrechenden Tröpfchen abgelagert, welche meist halbkugelig den Zellmembranen anliegen. Verschiedenen chemischen Reagenzien ausgesetzt, zeigen sie folgende Eigenschaften: Jod wird von ihnen nicht gespeichert; NH_3 und HCl lösen sie weder in verdünnter noch in konzentrierter Form, wohl dagegen KOH und H_2SO_4, auch schon in verdünntem Zustande; in heissem Wasser verschwinden sie ebenfalls; von Alkohol und Aether werden sie nicht gelöst. Nicht selten sind die Interzellularen des Markes mit intensiv braun gefärbten Substanzen erfüllt, in denen dann die häufig eine beträchtliche Grösse erreichenden Tröpfchen eingebettet liegen.

Stärke findet sich nur in wenigen Körnern in der Stärkescheide.

c: Die Bräunung hat gegenüber b etwas zugenommen, ist aber in derselben Verteilung vorhanden. Erheblich zugenommen haben die Einlagerungen der braunen Tröpfchen, sowie der schwarzen und hellen Interzellularsubstanzen.

Stärke fehlt bis auf vereinzelte Körnchen.

d: Die Bräunung ist wenig intensiver als bei c. Einige Partieen der mittleren Rinde haben sich dagegen entfärbt und sind im Absterben begriffen.

Stärke ist nicht mehr vorhanden.

Das Rhizom hat aufgehört zu wachsen und hat den winterlichen Ruhezustand erreicht, was sich an der gleichmässigen Bräunung, die nur wenig nach der Basis hin anwächst, zu erkennen

gibt. Im ganzen ist der Gerbstoffgehalt erheblich grösser als in den früheren Monaten.

Stärke findet sich nur noch in minimalen Mengen in der Stärkescheide der oberen und mittleren Regionen.

Zusammenfassung: An verholzten, mechanischen Elementen entwickeln sich zuerst an den Leitbündeln die sklerenchymatischen Belege auf der Innenseite des nur wenige, enge Gefässelemente enthaltenden Xylems, später auch die mehr peripher gelegenen Bastfasern. Ein geschlossener Holzring wird erst relativ spät angelegt, besonders tritt ein sekundäres Dickenwachstum nur gegen Ende der Vegetationsperiode und auch hier nur in geringem Masse ein. Eine Endodermis wird in dem einen kreisrunden Querschnitt besitzenden Rhizom relativ früh ausgebildet; ebenso entsteht schon ziemlich früh eine Phellogenschicht, doch stirbt die Epidermis nur in den ältesten Entwicklungsstadien ab. Das stets solide Mark nimmt nur etwa $^1/_3$ des Rhizomdurchmessers ein.

Gerbstoff wird bei diesen Objekt in grosser Menge in sämtlichen parenchymatischen Geweben des Rhizoms abgelagert. Direkt unter dem farblosen Vegetationskegel setzt er ein, erreicht im oberen Teil der Endknospe ein Maximum, nimmt dann ab bis zu einem Minimum in der Streckungszone eben unterhalb der Knospe, um von hier aus wieder allmählich bis zur Basis anzuwachsen. Im peripheren Mark setzt die Bräunung zuerst ein, hier erreicht sie auch ihre grösste Intensität und bleibt stets grösser als im zentralen Mark, das wie die mittlere Rinde am wenigsten Gerbstoff enthält. Im allgemeinen ist die Rinde gerbstoffärmer als das Mark. In den allerjüngsten Stadien enthält das Rhizom besonders reichlich Gerbstoff abgelagert; vor allem finden sich im gesamten Mark, sowie in der Umgebung der Austrittsstelle aus dem vorjährigen Rhizom eine Menge dunkelbrauner Tröpfchen. Bei Eintritt intensiveren Längenwachstums werden diese Gerbstofftröpfchen allmählich von der Basis an resorbiert, die also demnach wahrscheinlich als Reservesubstanz fungieren, und die Bräunung nimmt zunächst etwas ab, vor allem in der Streckungszone. Im Laufe des Sommers wächst dann der Gerb-

stoffgehalt allmählich wieder an. Der Farbton des Niederschlages ändert sich dabei zunächst vom reinen Braun in ein unansehnsehnliches Grünlich-braun, das unter Steigerung der Intensität bis zum Herbst andauert, wo dann wieder nach Erreichung des winterlichen Ruhezustandes eine rein dunkelbraune Färbung eintritt. Besonders ist die mächtige Winterknospe bedeutend gerbstoffreicher als im Sommer, und das Minimum in der Streckungszone tritt nach Aufhören des Längenwachstums im Herbst bedeutend weniger hervor.

Die Stärke, die nur in ziemlich geringen Mengen in der Stärkescheide vorkommt, nimmt mit dem Altern allmählich ab, entsprechend der Umwandlung der Stärkescheide in eine Endodermis. Sie fehlt in den ganz jugendlichen, meristematischen Geweben, sei es die Region des Vegetationskegels, seien es die sekundären Meristeme der Adventivwurzelanlagen und ihre Umgebung.

Achillea nobilis L.

Im Laufe des Mai treten an der Aufrichtungsstelle des vorjährigen Rhizoms die ersten diesjährigen Rhizomanlagen auf, die sich nur langsam entwickeln. Die meist dicht unter der Erdoberfläche kriechenden Ausläufer erreichen eine sehr verschiedene Länge; gemessen wurden am Schlusse der Jahresperiode Triebe von 2—12 cm. Die Endknospe richtet sich zum Schluss etwas auf und treibt, zum Teil bereits im ersten Jahre, eine kleine Blattrosette, aus der dann im nächsten Jahre der stattliche Trieb mit dem Blütenstande hervorgeht. Der kreisrunde Querschnitt des Rhizoms, das in allen Regionen fast denselben Durchmesser hat, wird gebildet durch das bis in die ältesten Entwicklungsstadien lebendige Mark und die von zahlreichen Ölgängen durchsetzte Rinde, zwischen denen ein bereits sehr früh geschlossener Bündelring liegt, in dem 15 bis 20 verschieden kräftige Leit-

bündelstränge verlaufen. Adventivwurzeln treten im ersten Jahre noch nicht auf. In der Rinde, besonders der Oberseite, liegt je nach der Wachstumstiefe im Erdboden mehr oder weniger viel Chlorophyll. Anthozyan findet sich meist ziemlich reichlich in der Hypodermis mit einigen daran angrenzenden Rindenpartieen, sowie im Epithel der in der inneren Rinde verlaufenden Ölgänge, die einen schön sattgrünen Inhalt führen, selten in einigen Markpartieen.

24. 6. 14.

Untersucht wurde ein junges, 3,1 cm langes, noch vollkommen unbewurzeltes Rhizom.

Schnitt a bis c: Durch die Spitze längs, in 0,6 und 3 cm Entfernung von der Spitze quer durch die Achse.

In der kurzen Endknospe grenzen 4 fast gegenständige Schuppenblattpaare, von denen die jüngsten mit wenigen Drüsenhaaren besetzt sind, eine entsprechende Anzahl in Mark und Rinde ohne Grenze in einander übergehender, unentwickelter Internodien ab. In b sind noch sämtliche Gewebe zartwandig. Das Mark nimmt etwas über die Hälfte des Durchmessers ein. Der erst wenige enge Gefässe im Xylem der 8—9 Leitbündel führende Bündelring zeigt noch nicht das geringste Dickenwachstum. Die Faserbelege der Siebteile sind bereits etwas verdickt aber noch nicht verholzt. In der inneren Rinde liegen vor der Stärkescheide etwa 18 ziemlich weite Ölgänge. In c treten die Ölgänge in der Rinde seltener auf. In den peripheren Phloëmpartieen liegen wenige sklerenchymatische Faserbelege. Ein zum allergrössten Teil aus verholzten Elementen des peripheren Markes gebildeter Holzring, der geringe Partieen zartwandigen Primärholzparenchyms einschliesst, umgibt das Mark, das hier auf $^1/_8$ des Durchmessers reduziert ist. Unter der zum Teil abgestorbenen Epidermis liegt eine gering mächtige Phellogenschicht. Die meisten Radialwände der zur Endodermis umgewandelten Stärkescheide weisen deutliche Casparysche Streifen auf.

a: Unter dem fast farblosen Vegetationskegel, der von den besonders peripher tief gebräunten Knospenschuppen eingehüllt

wird, ist das zentrale Mark zunächst fast farblos. Die peripheren, an der Bündelzone entlang sich erstreckenden Partieen weisen eine schwach hellbraune, diffuse Tönung auf. Die Bündelzone ist farblos. Die innere Rinde ist wie das periphere Mark hellbräunlich gefärbt, die periphere Rinde mit der Epidermis, die sich in die tief gebräunten, äusseren Knospenschuppen fortsetzt, dunkelbraun.

Nicht sehr viel Stärke liegt unterhalb der Endknospe in der Stärkescheide.

b: Die Epidermis und einige periphere Rindenzellreihen sind tiefbraun gefärbt. Die Bräunung nimmt in der mittleren Rinde beträchtlich ab und steigt wieder etwas an in der inneren, welche wie das periphere Mark gleichmässig hellbraun gefärbt ist, während das innere Mark wie die mittlere Rinde nur einen schwachen braunen Hauch aufweist. Die Ölgänge sind mit einem granuliert-schaumigen, grau gefärbten Inhalt erfüllt. Das Parenchym des Primärholzes weist nur spurenweise eine Bräunung auf.

Stärke liegt ziemlich wenig in der Stärkescheide, weniger als bei a.

c: Die Bräunung ist im ganzen, besonders im Innern des Querschnittes, intensiver als bei b. Die unter der zum Teil abgestorbenen Epidermis angelegte, dünne Phellogenschicht ist hellbraun, die periphere Rinde dunkelbraun gefärbt. Die innere Rinde, das Parenchym des Primärholzes und das periphere Mark sind hellbraun, das zentrale Mark noch heller.

In der fast vollständig zur Endodermis umgewandelten Stärkescheide liegen nur noch einzelne Stärkekörner.

Zwei Schnitte **d** und **e**: Durch einen vorjährigen 2,4 cm langen Ausläufer, der bereits eine kräftige, oberirdische Blattrosette getrieben hat, längs durch die Spitze und mitten durch den wagerecht wachsenden Teil zeigten folgende Verhältnisse:

In der Spitzenregion liegen 8 fast gegenständige Schuppenblattpaare und die entsprechenden Anzahl ungestreckter Internodien auf eine ziemlich kurze Zone zusammengedrängt. Die Markzellwände sind zum Teil unregelmässig, schwach collenchymatisch

verdickt. In e liegen vor den einzelnen Bündeln Komplexe stark verdickter und verholzter Faserbelege. Ein mächtiger Holzring nimmt fast die Hälfte des Querschnitts ein. Der grösste Teil des zentralen Markes wird von einer Gruppe stark verdickter und getüpfelter Zellen eingenommen.

d: Die peripheren Partieen der Knospenschuppen, die sich in die peripheren Rindenpartieen der Achse fortsetzen, sind dunkelbraun gefärbt, die die austretenden Blattspuren umgebende Stärkescheide hellbraun. Zu beiden Seiten der Bündelzone ist eine hellbraune Färbung wahrzunehmen. Im übrigen ist die Rinde schwach getönt, das Mark in der Spitzenregion farblos; allmählich beginnt es sich, zuerst peripher, ganz schwach zu bräunen. Das zentrale Mark, dessen Zellwände vom unteren Ende der Knospe ab unregelmässig, schwach collenchymatisch verdickt sind, enthält im Innern eine Menge körniger oder nadelförmiger, kristallinischer Ausscheidungen.

Stärke fehlt in der Achsenspitze, nicht sehr viel liegt in der Stärkescheide, welche die austretenden Blattspuren umgibt.

e: Epidermis und hypodermales Phellogen sind, abgesehen von der meist farblosen, äussersten, grosszelligen Reihe der Phellogenschicht, dunkelbraun gefärbt, die mittlere Rinde etwas weniger intensiv. Nach der Mitte hin nimmt die Intensität wieder etwas zu. Das periphere Mark und die Markstrahlen sind intensiv hellbraun gefärbt, das zentrale Mark ist fast farblos. Das Phloëm ist wie die innere Rinde gebräunt; die im Holzring verlaufenden Gefässe sind von einer schwach braunen Parenchymscheide umgeben.

In der Stärkescheide liegt wenig Stärke.

In der fast farblosen Endknospe beginnt die Gerbstoffablagerung also ganz allmählich, zuerst in der Rinde und dem peripheren Mark, später auch im zentralen Mark, welches auch stets heller gefärbt bleibt als die übrigen Gewebe. Die Gerbstoffmenge nimmt im Innern des Rhizoms von der Spitze nach der Basis kontinuierlich zu; die peripheren Partieen sind gleich unterhalb der Knospe ebenso dunkelbraun gefärbt wie an der Insertionsstelle.

Das vorjährige Rhizom, welches den oberirdischen Spross mit dem Blütenstand auszutreiben beginnt, führt in der Spitzenregion ebenfalls fast keinen Gerbstoff. Die Bräunung nimmt aber bedeutend schneller und stärker zu als im diesjährigen Rhizom, sodass die ausgewachsenen Partieen, besonders auch die parenchymatischen Elemente der Bündelzone, erheblich intensiver gebräunt sind.

Stärke findet sich in ziemlich geringen Mengen nur in der Stärkescheide der austretenden Blattspuren und der mittleren Rhizompartieen. In der Spitze fehlt sie; nach dem unteren Ende nimmt sie proportional der Umwandlung in eine Endodermis allmählich ab.

13. 8. 14.

Von der in voller Blüte stehenden Mutterpflanze gehen nach mehreren Seiten eine Reihe verschieden langer Ausläufer aus. Das untersuchte, 6,5 cm lange Rhizom ist in frischem Zustande besonders in der unteren Hälfte intensiv rot-violett gefärbt, nach der Konservierung ziemlich gleichmässig tiefbraun.

Schnitt a bis d: Längs durch die Spitze, quer in 0,8—3,5—6,3 cm Entfernung von der Spitze.

Die Spitzenregion entspricht morphologisch ganz der im Juni untersuchten. In b sind bereits geringe Partieen der Siebteilbelege, sowie des Xylems und des peripheren Markes verholzt. Hypodermal ist stellenweise eine geringe Phellogenschicht, besonders unterseits, angelegt. Die peripheren Rindenpartieen sind schwach collenchymatisch verdickt. In c sind die mechanischen Gewebe, besonders der Holzring und die Faserbelege der Siebteile, noch stärker entwickelt. Das sekundäre Dickenwachstum hat eingesetzt. In dem etwas abgeflachten Querschnitt d ist die Epidermis über der Phellogenschicht abgestorben. Der Holzring ist infolge stärkeren, sekundären Dickenwachstums bereits ebenso mächtig wie die Rinde. Das Mark ist auf nicht ganz $^1/_3$ des Rhizomdurchmessers reduziert.

a: Die Spitzenregion verhält sich in Bezug auf Gerbstoff- und Stärkegehalt wie im Juni.

b: Epidermis, Phellogen und periphere Rinde sind ziemlich intensiv braun gefärbt, nach innen nimmt die Bräunung ab. Das Mark zeigt nur einen schwachen, bräunlichen Schimmer. Die Bündelzone ist farblos. Einige in Rinde und Mark des Querschnittes vorhandene Wundstellen sind mit intensiv braunen Massen verstopft. Das die Höhlungen gegen die umgebenden Gewebe abschliessende Kallusgewebe ist mit hellbraunem Niederschlag erfüllt. Im ganzen ist die Bräunung nicht ganz so intensiv als am 24. 6. 14.

Wenig Stärke liegt in der Stärkescheide, noch etwas weniger als in b vom 24. 6. 14.

c: Die Phellogenschicht ist intensiv braun gefärbt, etwas weniger die Rinde, besonders die mittleren Partieen. Kambiumring und peripheres Mark sind hellbraun gefärbt, noch schwächer das zentrale Mark. Im ganzen hat die Intensität gegenüber b zugenommen.

Stärke findet sich nur noch in vereinzelten Körnern in der Stärkescheide.

d: Die den Querschnitt nach aussen abschliessende Phellogenschicht ist hellbraun gefärbt, vor allem heller als bei c. Die periphere Rinde ist dunkelbraun, die mittlere hellbraun, die innere wieder etwas intensiver gebräunt. Siebteil, Parenchym des Primärholzes, Markstrahlen und peripheres Mark sind ebenso intensiv gebräunt wie die innere Rinde, das zentrale Mark wie die mittlere Rinde. Im ganzen ist die Bräunung intensiver als bei c, auch als am unteren Ende des im Juni untersuchten Rhizoms.

Stärke findet sich nur noch spurenweise in der Stärkescheide.

Der Gerbstoffgehalt des Rhizoms, das durch seine Länge und die stärkere Ausbildung der mechanischen Gewebe, abgesehen von den hier fehlenden Verdickungen des inneren Markes, ein älteres Entwicklungsstadium darstellt, ist also, besonders am unteren Ende, etwas grösser als im Juni.

Die im ganzen sehr geringe Stärkemenge ist, wenigstens in der unteren Hälfte, noch etwas kleiner als am 24. 6. 14.

19. 10. 14.

Der untersuchte, 11,3 cm lange Ausläufer schliesst ab mit einer etwas aufgerichteten Endknospe und ist unbewurzelt. Er hat ungefähr die gleiche Dicke wie die früher untersuchten Rhizome, nur die Endknospe ist ungleich grösser und dicker.

Schnitt a bis d: Längs durch die Endknospe, quer in 0,5 —6—11,2 cm Entfernung von der Spitze.

Morphologisch unterscheidet sich die Spitze von den im Juni und August untersuchten nur durch eine wenig grössere Anzahl von ungestreckten Internodien. In b sind die Gewebe noch sämtlich zartwandig, die Leitbündel verlaufen noch zum Teil isoliert, nur zwischen wenigen ist ein Streifen kambialen Gewebes vorhanden. Das intrafaszikulare Dickenwachstum ist stellenweise bereits eingetreten. In c ist stellenweise hypodermal eine geringe Phellogenschicht angelegt. Ein noch nicht sehr starker Holzring umgibt das Mark. das hier fast $^2/_3$ des Durchmessers ausmacht, während es in d auf nicht ganz die Hälfte reduziert ist. Hier ist die fast zu einem Ring geschlossene Phellogenschicht auf der Unterseite stärker entwickelt, während das Rindencollenchym in der etwas dickeren, oberseitigen Rinde typischer ausgebildet ist. Vor den Siebteilen liegen ziemlich mächtige Belege aus stark verdickten und verholzten Faserkomplexen.

a: Der von dunkelbraunen Knospenschuppen eingehüllte, stumpfe Vegetationskegel, der seinen winterlichen Ruhezustand erreicht hat, ist fast farblos. Darunter setzt, zuerst im peripheren Mark, eine Bräunung ein, die im zentralen Mark nur wenig anwächst, im peripheren Mark, an der Bündelzone entlang laufend, bald eine ziemlich grosse Intensität erreicht. In der Rinde, deren tiefbraune, periphere Partieen sich in die ebenso intensiv gebräunten Knospenschuppen fortsetzen, ist die Färbung wenig intensiver als im Mark. Die Bündelzone ist von Anfang an farblos. Unterhalb der Endknospe nimmt die Intensität der Bräunung allmählich etwas ab. Im ganzen ist sie wesentlich intensiver als zur Zeit, wo die Spitzenregion im Wachstum begriffen war. Am unteren Ende der Knospe, wo etwa das Maximum der Bräunung ist, liegen in den gerbstoffhaltigen Zellen des pe-

ripheren Markes und der peripheren Rinde eine Reihe von farblosen Vakuolen, deren Menge nach unten hin allmählich abnimmt.

Stärke wie bei a vom 13. 8. 14.

b: Epidermis und Hypodermis sind dunkelbraun gefärbt, die mittlere Rinde etwas weniger intensiv, nach innen nimmt die Intensität wieder etwas zu. Auch das periphere Mark und die Markstrahlen sind intensiv hellbraun gefärbt, das zentrale Mark ist fast farblos. Im ganzen ist die Bräunung erheblich intensiver als am 13. 8. 14.

Relativ viel Stärke liegt in der Stärkescheide.

c: Die Bräunung tritt in gleicher Verteilung und fast derselben Intensität auf, wie bei b.

Wenig Stärke liegt nur noch in einzelnen Zellen der Stärkescheide.

d: Epidermis und Phellogenschicht weisen eine tiefbraune Färbung auf. Die periphere Rinde, die in frischem Zustande anthozyanhaltig war, ist intensiv grünlich-braun gefärbt, nach innen an Intensität abnehmend; am hellsten ist die mittlere Rinde gefärbt. Kambiumzone und Primärholzparenchym sind nur noch spurenweise gebräunt. Das Mark ist gleichmässig hellbraun, peripher etwas stärker. Im ganzen ist die Bräunung wesentlich intensiver als bei c, auch stärker als bei d vom 13. 8. 14.

Stärke fehlt.

Der Gerbstoffgehalt hat also gegenüber dem im August untersuchten Exemplar beträchtlich zugenommen; besonders setzt die Bräunung bedeutend höher unter der Spitze ein und erreicht bereits am unteren Ende der Knospe ein partielles Maximum. Ein zweites Maximum liegt dann wieder an der Insertionsstelle.

Am unteren Ende des Rhizoms hat die Stärkemenge weiter abgenommen, im oberen Teile ist sie fast dieselbe geblieben wie im August.

Zusammenfassung: An Ungleichheiten im anatomischen Bau der Ober- und Unterseite des Rhizoms finden sich, je nach der Nähe der Bodenoberfläche verschieden stark ausgeprägt, eine

stärkere Entwicklung der oberseitigen Rinde mit dem peripheren Rindencollenchym und die frühzeitigere Anlage einer Phellogenschicht auf der Unterseite. Mechanische Gewebe, vor allem ein interfaszikularer Sklerenchymring und Faserbelege der Siebteile, entwickeln sich bereits im ersten Jahre in der unteren Hälfte des Rhizoms, doch erlangen sie erst im zweiten Jahre während der Entwicklung des oberirdischen Triebes eine grössere Mächtigkeit.

Der Gerbstoffgehalt nimmt in einzelnen Ausläufern von der fast gerbstoffreien Spitzenregion nach der Basis hin zu. Mit dem Altern des Rhizoms im Laufe der Vegetationsperiode wächst die Bräunungsintensität in den ausgewachsenen Partieen ebenfalls allmählich an. Im Oktober, wenn das Längenwachstum aufgehört hat, setzt die Bräunung bereits dicht unter dem Vegetationspunkt ein und erreicht ein erstes Maximum am unteren Ende der Knospe und ein zweites, welches zugleich das grösste der ganzen Vegetationsperiode ist, an der Insertionsstelle. — Bemerkenswert ist noch, dass der in frischem Zustande grün gefärbte Inhalt der Olgänge nach der Konservierung, besonders in den jugendlichen, weniger in den ausgewachsenen Partieen, sich als eine graue, granuliert-schaumige Masse darstellt.

Stärke findet sich nur in der Stärkescheide der ausgewachsenen Teile des Rhizoms und nimmt ab proportional der endodermalen Umgestaltung der Stärkescheide, d. h. also im einzelnen Ausläufer von der Spitze nach der Basis, im Verlauf der Vegetationsperiode, wo die Umwandlungszone immer höher hinaufrückt, vom Mai bis zum Oktober.

Hieracium rubrum Peter.

Die bis zu 2 Jahren ausdauernden Ausläufer sind in ihrer ganzen Länge unregelmässig bewurzelt und belaubt. An der Insertionsstelle, sowie am vorderen Ende, aus dem die neuen, meist zahlreichen Ausläufer entspringen, haben sie meist eine grössere

Mächtigkeit und gestauchtere Internodien, als in den mittleren Regionen. In dem fast kreisrunden, etwas abgeflachten Querschnitt schliessen eine Reihe anfänglich isoliert verlaufender Leitbündel das Mark, das sich etwas über die Hälfte des Rhizomdurchmessers erstreckt, von der Rinde ab, deren periphere Partieen zu einem mehr oder minder collenchymatischen, 3- bis 4-schichtigen Hypoderm umgewandelt sind. Korkbildung findet sich nur in den älteren Entwicklungsstadien. — In dem auf der Bodenoberfläche hinkriechenden Rhizom liegt vor der Entwicklung der mechanischen Gewebe feinkörniges Chlorophyll in sämtlichen Geweben des Querschnittes. Nach der Ausbildung eines Sklerenchymringes beschränkt es sich auf die Rinde, besonders der Oberseite, und einige periphere Markpartieen; wenig feinkörniges findet sich auch im Ploëm der Leitbündel. Nach der Anlage der Phellogenschicht und ihrer Umwandlung zum Kork nimmt die Menge allmählich ab. Eine Anthozyanfärbung tritt in unregelmässiger Verteilung an vielen Partieen des Rhizoms auf, besonders in den überwinterten Teilen und in der basalen Region, meist auf die hypodermalen Partieen der oberseitigen Rinde beschränkt.

14. 5. 14.

Von dem vorderen Ende des vorjährigen Ausläufers, der auch noch Reste des vorvorjährigen trägt, gehen eine Reihe ganz zarter, filzig behaarter Ausläufer aus. An dem untersuchten, 4,2 cm langen Rhizom sitzen 2 Blättchen.

Schnitt a bis e: Längs durch die Spitze, quer eben unterhalb der Endknospe, in der Mitte und an der Insertionsstelle des diesjährigen Ausläufers und mitten durch den vorjährigen.

In der Endknospe liegen 2 durch die gleiche Anzahl von Knospenschuppenpaaren abgegrenzte Internodien, die in Mark und Rinde ohne Grenze in einander übergehen. In b sind noch alle Gewebe zartwandig. In c trennt ein Bündelring mit 16 Leitbündeln, von denen die Hälfte eine mehr oder weniger grosse Anzahl nicht sehr weiter Gefässe enthält, die oberseits etwas dickere Rinde vom Mark, welches nicht ganz $^2/_3$ des Rhizomdurchmessers einnimmt. In dem etwas abgeflachten Querschnitt

d sind die Gefässbündel sehr verschieden weit entwickelt je nach der Insertionshöhe der zugehörigen Schuppenblätter. Ein interfaszikularer Sklerenchymring, gebildet aus einigen verholzten, peripheren Partieen des Markes, das hier die Hälfte des Durchmessers einnimmt, bildet, abgesehen von dem gering entwickelten Rindencollenchym und den nur schwach collenchymatischen Siebteilbelegen, das einzige mechanische Gewebesystem. Das sekundäre Dickenwachstum hat schwach eingesetzt. Der Querschnitt e wird nach aussen durch eine Phellogenschicht abgegrenzt, über der nur noch stellenweise die abgestorbene Epidermis liegt. Die Gefässbündel weisen ein starkes sekundäres Dickenwachstum auf. Die Siebteilbelege sind nur schwach collenchymatisch, im Xylem der Leitbündel liegen dagegen Komplexe stark verdickter und verholzter Sklerenchymfasern. Das Mark nimmt etwa $^1/_3$ des Durchmessers ein. Die in a und b auftretende Stärkescheide lässt mit dem Altern eine Verkorkung der Radialwände und Abnahme des Zellinhaltes erkennen; sie entwickelt sich zu einer typischen Endodermis.

a: In der Spitzenregion weisen die meristematischen Gewebe des Vegetationskegels und der Bündelzone eine schwach gelbliche Färbung auf, wenig intensiver sind die Achselpartieen der beiden jüngsten Blattanlagen gebräunt. Die Epidermis mit den zahlreichen, mehrreihigen Trichomen, sowie die darunter liegende periphere Rinde, die sich fortsetzen in die beiden die Endknospe bildenden Schuppenpaare, sind dunkelbraun gefärbt und hellen sich nach der mittleren Rinde hin allmählich auf. Die Breite der gebräunten Partieen nimmt nach unten hin allmählich ab; während eben unterhalb der Endknospe etwa die Hälfte der Rinde braun gefärbt ist, ist es 1 cm unterhalb dieser Region nur noch die Epidermis und Hypodermis. Bereits am unteren Teil der Endknospe setzt im Holzteil der noch meist undifferenzierten Leitbündel eine Bräunung ein, die allmählich anwächst. Mark und innere Rinde sind von Anfang an farblos. — Dieselben Verhältnisse zeigen Querschnitte durch die Spitzenregion.

Unterhalb des Vegetationskegels setzt eine ziemlich geringe Speicherung sehr feinkörniger Stärke ein im Mark, etwas mehr in der Stärkescheide, sehr wenig auch in der inneren Rinde. In

der Stärkescheide und der innersten, aus der Stärkescheide hervorgegangenen Zellreihe der Rinde nimmt die Menge bald erheblich zu, während sie in der übrigen Rinde und im Mark allmählich schwindet.

b: Eine prägnante, dunkelbraune Gerbstoffällung zeigt sich nach der Konservierung in der Epidermis und der 3- bis 4reihigen hypodermalen Schicht. Gerbstoff findet sich auch in den basalen Partieen der mehrzellreihigen, unverzweigten Trichome, der baumförmigen Sternhaare, sowie in den ein- oder mehrzelligen Drüsenköpfchen. Eine schwache Braunfärbung ist auch in der Bündelregion, besonders im Vasalteil der Leitbündel zu bemerken. Rinde und Mark sind im übrigen farblos.

Stärke ist relativ viel gespeichert in der Stärkescheide und wenigen benachbarten Rindenzellen, sowie in der Umgebung der austretenden Blattspuren, spurenweise auch noch im Mark.

e: Gerbstoff ist im ganzen weniger vorhanden als bei b. Gebräunt ist die periphere Rinde, dunkelbraun die Epidermis und ein Teil der Hypodermiszellen. Schwach braun gefärbt ist auch das Holzparenchym. Einen schwärzlichen Inhalt weisen die den Siebteilen vorgelagerten Milchröhren auf.

Die Stärkemenge hat ebenfalls abgenommen; sie findet sich nur noch in der Stärkescheide, nnd zwar ist hier oberseits mehr vorhanden als unterseits. Die gespeicherte Menge nimmt also auf der Unterseite zuerst ab. Dasselbe Resultat ergab ein mit Jod gefärbter Längsschnitt durch die entsprechende Region eines zweiten Ausläufers.

d: Gerbstoffinhalt weisen auf die äussere Rinde, das Perikambium, vor allem der Inhalt der im Perikambium verlaufenden Milchröhren. Tief braun gefärbt sind die Epidermis und einige collenchymatisch verdickte, hypodermale Schichten, sowie das Vasalparenchym. Die meristematischen Gewebe einer austretenden Wurzelanlage sind schwach gelblich gefärbt wie der Vegetationskegel, die Calyptra dunkelbraun. Hier enthalten die Zellen ausserdem noch dunkelbraune, tröpfchenförmige Konkretionen. Die innere Rinde ist schwach braun gefärbt, spurenweise auch die mittlere Rinde. Die Endodermiszellen sind zum allergrössten Teil farblos. Im ganzen ist eine Zunahme gegenüber b zu konstatieren.

Stärke ist nur in ganz vereinzelten Körnern in der Stärkescheideregion gespeichert.

e: Die ganze Rinde des ziemlich stark in der Dicke gewachsenen Ausläufers ist mit braunen Gerbstoffmassen erfüllt, die in der Epidermis, in den im Pericykel besonders vor den Bündeln der Oberseite liegenden Milchröhren und in den nur schwach collenchymatisch verdickten Faserbelegen der Siebteile am intensivsten gefärbt erscheinen. Schwach gebräunt sind die Markzellen, etwas prägnanter die parenchymatischen Elemente der Gefässbündel, besonders des Primärholzes. Ausserdem enthalten fast sämtliche Gewebe des Querschnittes ziemlich viel körnige oder tröpfchenförmige Konkretionen. Die Rinde beginnt von aussen her durch eine mit dunkelbraunen Inhaltsmassen erfüllte, hypodermal sich bildende Korkschicht abzusterben. Die Endodermiszellen sind bis auf wenige, braunen Inhalt führende Durchlasszellen stark zusammengeschrumpft.

Stärke fehlt.

Die Gerbstoffablagerung setzt also in der Spitzenregion mit geringer Intensität ein, erreicht eben unterhalb der Endknospe ein nicht sehr erhebliches Maximum, nimmt dann wieder etwas ab bis zu einem ebenfalls nicht sehr stark ausgeprägten Minimum etwa in der Mitte des Ausläufers, um von hier aus allmählich wieder beträchtlich anzuwachsen bis zum organischen Ende des vorjährigen Rhizomtriebes.

Die Stärke, die in den ganz jugendlichen Spitzenregionen in geringen Quantitäten im gesamten chlorophyllhaltigen Parenchymgewebe auftritt, beschränkt sich bei der Differenzierung der Gewebe auf die Stäskescheide, erreicht hier ein Maximum im oberen Drittel des Rhizoms und nimmt von hier aus nach dem unteren Ende allmählich ab, sodass das vorjährige Rhizomstück vollkommen stärkefrei ist.

16. 6. 14.

An dem 14,8 cm langen diesjährigen Ausläufer, der von der Spitze eines etwa gleichlangen vorjährigen ausgeht, sind die

unteren 6 cm bewurzelt, der übrige Teil ist nur belaubt. Die Inflorescenzen der Mutterpflanzen stehen zum Teil schon in Blüte. Ein Schnitt durch die Spitze zeigt an mehreren untersuchten Ausläufern die Anlage eines Blütenköpfchens.

Schnitt a bis d: 0,5—2—7—14 cm von der Spitze entfernt.

Der von zahlreichen Haaren dicht besetzte Querschnitt a besteht aus noch ziemlich meristematischen und undifferenzierten, plasmareichen Geweben, in denen nur schwach die Leitbündelanlagen zu erkennen sind. In dem ebenfalls noch aus zartwandigen, aber bereits bedeutend plasmaärmeren Elementen bestehenden Schnitt b sind nur in wenigen Gefässbündeln bereits Gefässe angelegt. In c hat das sekundäre Dickenwachstum schwach eingesetzt; ausserdem ist hier aus prosenchymatischen Elementen des peripheren Markes und verholzten Xylempartieen der Leitbündel ein Sklerenchymring gebildet, der zwar nicht sehr mächtig ist, aber aus stark verdickten und verholzten Elementen besteht, vor allem innerhalb der Leitbündel, während die interfaszikularen Partieen sich mit Phloroglucin-Salzsäure nur schwach rosa färben. Die Bündelelemente sind bedeutend weiter entwickelt als bei b. Ganz vereinzelt finden sich auch in den im allgemeinen nur schwach collenchymatischen Siebteilbelegen stärker verdickte und verholzte Sklerenchymzellen. Die Stärkescheide hat sich zur Endodermis umgewandelt, in deren Radialmembranen Casparysche Punkte auftreten. Die Rinde der Oberseite ist dicker als die der Unterseite. Noch stärker ist das der Fall in dem abgeflachten Schnitt d. Hier treten auch innerhalb der Bündel einige sklerenchymatische Elemente auf.

a: Gerbstoff findet sich im Mark nur in allernächster Nähe des Vegetationspunktes in geringen Mengen. Dicht darunter ist es farblos, während die Epidermis mit den zahlreichen Trichomen, die Rinde und die Bündelzone schwach bräunlich gefärbt sind; die noch undifferenzierten Gewebe des Phloëms sind farblos, die des Xylems wenig intensiver gebräunt als die Rinde. Durch einen schwärzlich-braunen Inhalt heben sich die Anlagen der Milchröhren hervor, die im Perikambium den Siebteilen in sichelförmigen Komplexen vorgelagert sind.

Stärke ist ziemlich viel, doch etwas weniger als im Mai, anfangs im Mark, weniger in der Rinde, etwas weiter unterhalb nur noch in der Stärkescheide, besonders vor den Bündeln, gespeichert.

b: Die innere Rinde ist hier fast gerbstoffrei, dagegen sind die Epidermis mit den basalen Partieen der Trichome und der grösste Teil der collenchymatischen, 2- bis 3reihigen hypodermalen Schichten mit einem tiefbraunen Inhalt erfüllt, ebenso das Holzparenchym. Eine Schwärzlich-Braunfärbung weist ferner der Inhalt der Milchröhren im Perizykel auf. Schwach gebräunt ist das periphere Mark und die Markstrahlen; das innere Mark ist farblos. Im ganzen hat die Intensität der Bräunung etwas zugenommen.

Stärke findet sich viel in der Stärkescheide und wenigen benachbarten Zellreihen der inneren Rinde. Das Mark, sowie die übrige Rinde, enthält, besonders oberseits, ganz geringe, feinkörnige Einschlüsse.

c: Gegenüber b ist hier eine bedeutende Abnahme des Gerbstoffinhaltes zu verzeichnen. Nur die Epidermis ist dunkelbraun, die hypodermalen Partieen sind hellbraun gefärbt; intensiv gebräunt ist das Vasalparenchym. Besonders tritt dann noch der granuliert schwärzlich-braune Inhalt der Milchröhren hervor. Die Endodermiszellen sind gerbstoffrei.

Stärke fehlt.

d: Hier ist wieder eine beträchtliche Zunahme des Gerbstoffgehaltes wahrzunehmen. Die Epidermis und die darunter liegenden hypodermalen Partieen weisen eine dunkelbraune Färbung auf, die am intensivsten über der dickeren, oberseitigen Rinde des abgeflachten Querschnittes ist. Intensiv hellbraun gefärbt sind die gesamte Rinde und die Durchlasszellen der im übrigen aus wasserklaren Zellen bestehenden Endodermis. Gebräunt ist ausserdem noch das Primärholzparenchym. Der Inhalt der Milchröhren, die hier auch in der sekundären Rinde, aber mehr zerstreut, auftreten, tritt nicht mehr so stark hervor wie in den jugendlichen Regionen.

Stärke ist nicht vorhanden.

Im ganzen hat der Gerbstoffgehalt erheblich zugenommen an Intensität und Verbreitung, besonders in der unteren Hälfte des Ausläufers.

Stärke fehlt dagegen, abgesehen von der oberen Hälfte, die sich wie im Mai verhält, im größten Teile des Ausläufers, da sich schon frühzeitig die Stärkescheide in eine Endodermis umwandelt.

16. 7. 14.

Die meisten Ausläufer tragen am vorderen Ende eine sich durch eine hellere Gelbfärbung auszeichnende, aufgerichtete Achse mit einer mehr oder minder weit in Blüte stehenden, bzw. schon verblühten Inflorescenz. Nur wenige schliessen noch mit einer aufgerichteten Blattrosette ab. Ausser an dem unteren Ende des 14,6 cm langen Ausläufers finden sich Würzelchen auch an wenigen anderen Stellen in unregelmässiger Verteilung. Makroskopisch ist an verschiedenen, über den ganzen Ausläufer verteilten Regionen eine violette Anthozyanfärbung zu erkennen, auf der Oberseite am intensivsten, namentlich an der Insertionsstelle. Auch schon makroskopisch ist ferner nach der Injektion von Kaliumbichromat eine Differenz in der Intensität der Färbung wahrnehmbar. Das vordere Ende ist dunkelbraun gefärbt, dahinter liegt eine bedeutend hellere Partie, von der ab die Intensität wieder allmählich zunimmt bis zu einem zweiten Maximum an der Insertionsstelle.

Schnitt a bis e: 0,7—2—8—13—14,5 cm von der Spitze.

In Schnitt a, der etwas älter ist als die entsprechenden vom Mai und Juni, ist die Basis des untersten Knospenschuppenblattes mitgetroffen. In einzelnen Gefässbündeln sind bereits eine Reihe von Gefässen angelegt, sonst ist noch alles zartwandig und undifferenziert. Das Mark nimmt nur etwa $^1/_3$ des Durchmessers ein. In b nimmt die Stärkescheide bereits endodermalen Charakter an, ihre Mittelwände beginnen zu verkorken. Ein geringer Sklerenchyring, gebildet aus verholzten Partieen des peripheren Markes, umgibt das Mark, das hier die Hälfte des Durchmessers ausmacht. Das sekundäre Dickenwachstum hat

schwach eingesetzt. Zwischen den 12 bis 14 primären Gefässbündeln schieben sich noch kleine sekundäre Bündel ein. In c treten ausser dem bedeutend stärker entwickelten Sklerenchymring auch kleinere Faserkomplexe im Xylem, einzelne stark verdickte Sklerenchymfasern auch in den Siebteilbelegen einiger Bündel auf. Das Mark nimmt $^2/_3$ des Durchmessers ein. In d sind die Gefässbündel weiter entwickelt, vor allem enthalten sie zahlreichere Gefässe; auch ist die Endodermis infolge einer Fältelung der Radialwände bereits etwas zusammengeschrumpft; aber die mechanischen Gewebe sind nicht so stark entwickelt wie bei c. In einigen Partieen der subepidermalen Zellschichten hat eine Korkbildung eingesetzt. In e ist die Endodermis fast ganz zusammengedrückt. Der Sklerenchymring ist ebenso mächtig ausgebildet wie bei c, dazu kommen innerhalb des Xylems ziemlich viele sklerenchymatische Elemente. Die periphere Rinde und die Siebteilbelege sind nur schwach collenchymatisch verdickt. Das Mark ist auf weniger als die Hälfte des Rhizomdurchmessers reduziert.

a: Intensiv braun gefärbt ist die Epidermis, etwas heller die Hypodermis und die periphere Hälfte der Rinde. Die innere Rinde ist fast farblos. In der makroskopisch fast farblos erscheinenden Bündelzone treten besonders die einen schwärzlichbraunen Inhalt führenden, den Siebteilen in sichelförmigen Reihen vorgelagerten Milchröhren hervor. Die kambiale Zone weist einen schwachen, bräunlichen Schimmer auf. Das Holzparenchym ist hellbraun gefärbt, in den älteren Gefässbündeln etwas intensiver. Nach dem unteren Teile des Ausläufers hin nimmt die Breite der gebräunten, peripheren Rindenpartie ab. Das Mark ist fast gerbstoffrei.

Stärke ist ziemlich viel in der Stärkescheide gespeichert, wenig sehr feinkörnige ganz zu Anfang auch im Mark, spurenweise in der Rinde.

b: Viel weniger Gerbstoff als bei a findet sich hier in der Rinde, wo er auf die peripheren Partieen beschränkt ist; nur noch in der dunkelbraunen Epidermis, den basalen Partieen der darauf sitzenden Trichome und der schwach collenchymatischen, hypodermalen Region, sowie im Holzparenchym, hier jedoch we-

niger intensiv als bei a, und in den mit schwärzlichem Inhalt erfüllten Milchröhren ist eine Braunfärbung wahrzunehmen.

Stärke ist nur noch in wenigen Körnern in vielen Stärkescheidezellen anzufinden.

c: Der Gerbstoffgehalt hat erheblich zugenommen. Die Epidermis mit den wenigen noch vorhandenen Trichomen und einige hypodermale Zellreihen weisen einen intensivbraunen Inhalt auf. Die innere Rinde ist hellbraun gefärbt, ebenso die besonders interfaszikular gelegenen Durchlasszellen der im übrigen aus vollkommen durchsichtigen Zellen bestehenden Endodermis. Intensiv gebräunt sind Siebteil und Vasalparenchym, besonders in den älteren Gefässbündeln, sowie das Perikambium, in dem die Milchröhren verlaufen, deren Inhalt sich mit dem Altern der Rhizome immer mehr braun färbt, während er in den jugendlichen Stadien schwärzlich-schaumig ist. Das Mark ist farblos.

Stärke ist nicht mehr vorhanden.

d: Intensiv gebräunt sind die Epidermis und einige schwach collenchymatisch verdickte, hypodermale Zellschichten. Die übrige Rinde ist gleichmässig hellbraun, wenig intensiver die innerste Zellreihe. Die Durchlasszellen der im übrigen farblosen Endodermis und das Parenchym des Primärholzes sind intensiv gebräunt, schwach das Perikambium, das interkribrale Parenchym und die unverdickten Faserbelege des Phloëms. Mark und Markstrahlen sind nur sehr schwach hellbraun getönt.

Stärke fehlt.

e: Die Gerbstoffverteilung ist wie bei d, nur ist der ganze Querschnitt bedeutend intensiver und dunkler gefärbt. Die Epidermis, Hypodermis, periphere Rinde, sowie die Calyptra einer hier austretenden Adventivwurzelanlage sind dunkelbraun gefärbt, wenig schwächer die innere Rinde und eine Reihe von Durchlasszellen der sonst gerbstoffreien Endodermis, ebenso das Parenchym des Primärholzes. Phloëm, Markstrahlen und Mark sind nur hellbraun gefärbt. Die dickere Rinde der Oberseite weist besonders peripher eine dunklere Färbung auf als die unterseitige Rinde.

Stärke fehlt.

Im ganzen ist in diesem Entwicklungsstadium mehr Gerbstoff zur Ablagerung gekommen als in dem am 16. 6. 14 untersuchten. Die Region des Gerbstoffmaximums, besonders aber des Minimums ist weiter nach der Spitze hin verlagert. Am unteren Ende des Ausläufers ist hier auch das Mark etwas gebräunt.

Ziemlich wenig Stärke liegt, wie im Juni, in der Stärkescheide. Bereits von b ab, wo die Anlage eines Sklerenchymringes eingesetzt hat und die Stärkescheide sich in eine Endodermis umzuwandeln beginnt, fehlt sie jedoch gänzlich.

13. 8. 14.

Die zu Anfang der Vegetationsperiode ausgetriebenen Ausläufer haben meist geblüht, worauf der vordere, die Blüte tragende Teil mehr oder weniger weit abgestorben ist. Dagegen sind eine Anzahl neuer Ausläufer ausgetrieben, die sich ziemlich schnell entwickelt haben. Der 16 cm lange, untersuchte Ausläufer schliesst mit einer endständigen, aufgerichteten, kräftig belaubten und bewurzelten Rosette ab.

Schnitt a bis d: 0,5—2—9—16 cm von der Endrosette entfernt.

In a sind die Gefässbündel zum Teil bereits relativ weit entwickelt, besonders einzelne enthalten schon zahlreiche, ziemlich enge Gefässe, andere sind dagegen noch sehr wenig differenziert. Mechanische Gewebe fehlen noch vollständig. In der unterseitigen Rinde liegt eine Adventivwurzelanlage. Das Mark nimmt $^1/_3$ des Durchmessers ein. In b hat sich ein schwaches Rindencollenchym entwickelt; die Stärkescheide ist bereits zur Endodermis umgewandelt. Ausser einem noch ziemlich schwachen Sklerenchymring sind keine mechanischen Elemente vorhanden. Das Mark erstreckt sich über die Hälfte des Rhizomdurchmessers, während es in c fast $^3/_4$ ausmacht. Hier sind geringe zentrale Markpartieen abgestorben. Die Endodermis tritt nur wenig hervor, da ihre Zellen zum grössten Teil, besonders vor den Bündeln, zusammengedrückt sind. Rindencollenchym und Sklerenchymring sind stärker entwickelt als bei b. Auch in den Faserbelegen der Sieb-

teile liegen hier einzelne, wohl entwickelte Sklerenchymfasern, welche in dem etwas abgeflachten Querschnitt d wiederum fehlen, während der Sklerenchymring noch dieselbe Mächtigkeit besitzt. Die Endodermis ist vollkommen zusammengedrückt. Das Mark ist auf wenig über $^1/_3$ des Durchmessers reduziert.

a: Gerbstoff findet sich in dem grössten Teil der Rinde; vor allem sind die peripheren Partieen, die Epidermis und einige darunter liegende Zellschichten tief dunkelbraun gefärbt. Ausserdem zeigt sich eine schwache Braunfärbung in der Bündelzone, und zwar im interfaszikularen Kambium, in den noch vollkommen parenchymatischen Faserbelegen der Siebteile, spurenweise auch im Holzteil. Eine schwache, diffuse, gelbliche Färbung weist auch die Region einer noch vollkommen in der Rinde eingeschlossenen Wurzelanlage auf; die Calyptra ist dunkelbraun gefärbt.

Stärke ist kaum noch wahrzunehmen.

b: Eine im ganzen weniger intensive, aber weiter verbreitete Gerbstoffablagerung als bei a findet sich in diesem Schnitt. Dunkelbraun sind gefärbt die Epidermis mit den Trichomen und 1 bis 2 collenchymatische Zellreihen der darunter liegenden hypodermalen Schicht. Die schon vollkommen ausgebildete Endodermis lässt ausser einigen, besonders interfaszikular gelegenen Durchlasszellen keinen Gerbstoffinhalt erkennen. Dagegen weisen die noch unverdickten Faserbelege der Siebteile, das Perikambium mit den im Verhältnis zu a bedeutend schwächer durch ihre Färbung hervortretenden Milchröhren, sowie das Mark eine Hellbraunfärbung, das Holzparenchym eine Dunkelbraunfärbung auf. In vielen Zellen der Bündelzone treten dunkelbraune, tröpfchenförmige Konkretionen auf. Das weist wahrscheinlich, ebenso wie die Dunkelbraunfärbung einiger Leitbündel, besonders deren Gefässinhalts, auf eine Verletzung in der Nähe der Schnittstelle hin.

Stärke fehlt.

c: Im ganzen dieselbe Gerbstoffverteilung wie bei b, nur ist die Ausfällung etwas prägnanter und reichlicher. Milchröhren sind im Perikambium nur noch relativ wenige zu finden.
Stärke ist nicht vorhanden.

d: Gegenüber c ist noch eine beträchtliche Zunahme des Gerbstoffgehaltes zu konstatieren. In dem abgeflachten, etwas zweiflügeligen Querschnitt weisen die relativ kleinzelligen, hypodermalen Zellagen und die Epidermis der im ganzen dickeren, oberseitigen Rinde den am intensivsten gefärbten Inhalt auf. Etwas heller als die Rinde sind das Mark, die Kambialzone und die parenchymatischen Partieen der Markstrahlen gefärbt. Eine Reihe dunkelbrauner Gerbstoffzellen findet sich im Vasalparenchym. Relativ wenige Milchröhren mit braunem Inhalt liegen innerhalb der verdrückten Endodermis.

Stärke fehlt.

In den ausgewachsenen Regionen des Ausläufers ist der Gerbstoffgehalt also noch grösser als im Juli, besonders erstreckt sich diese Zone weiter nach der Spitze hinauf entsprechend der früheren fertigen Entwicklung der Gewebe. Auch tritt die Rythmik in der Gerbstoffablagerung im Verlaufe des Ausläufers nicht mehr so stark hervor, ein Zeichen, dass das Längenwachstum fast beendet ist.

Stärke enthält der Ausläufer nicht bis auf ganz geringe Mengen in der obersten Spitze.

9. 10. 14.

Die im Hochsommer ausgetriebenen Ausläufer haben sich auch zum grössten Teil am vorderen Ende aufgerichtet und tragen ein mehr oder minder weit aufgeblühtes Blütenköpfchen; ein Teil schliesst mit einer endständigen, aufgerichteten Blattrosette ab. Auf diese Weise erstreckt sich die Blütezeit in zwei Generationen mit einer kurzen Unterbrechung im Hochsommer vom Juni bis weit in den Spätherbst hinein.

Schnitt a bis c: Durch einen 19,5 cm langen Ausläufer an der Spitze, in der Mitte und am unteren Ende; d: Mitten durch das Mutterrhizom.

Da das Rhizom relativ jünger ist als die bisher untersuchten Ausläufer, so ist ein Vergleich der Entwicklungsstadien nur bis zu einem gewissen Grade möglich. — Bereits in a sind

die Gewebe ziemlich weit differenziert. Sehr stark treten hier die Milchröhren mit ihrem Inhalt hervor. In der peripheren Rinde hat sich ein schwaches Collenchym angelegt. In einem Teil der im übrigen noch ziemlich undifferenzierten Leitbündel liegen eine Anzahl enger Gefässe. In b ist die unter der oberseits mächtigeren Rinde liegende Stärkescheide zur Endodermis umgewandelt. Ein schwacher interfaszikularer Sklerenchymring umgibt das Mark, das hier fast $^3/_4$ des Durchmessers einnimmt. In dem abgeflachten Querschnitt c beschränkt sich das sekundäre Dickenwachstum auf wenige tangentiale Teilungen des fast vollkommen geschlossenen Kambiumringes. Die mechanischen Gewebe sind wie in b entwickelt. Das Mark erstreckt sich über kaum die Hälfte des Durchmessers. In d hat ein nur interfaszikulares, sekundäres Dickenwachstum eine Reihe von relativ mächtigen, aus 2 »Jahresringen« bestehenden Holzkörpern gebildet.

Die Gerbstoffverteilung entspricht den in früheren Ausläufern beobachteten Verhältnissen: In **b** ist eine weniger intensive Braunfärbung wahrzunehmen als bei **a** und **c.**

d: Hier ist eine noch intensivere und dunklere Färbung als im neuen Ausläufer zu konstatieren, besonders in Rinde, Perikambium und dem aus zwei Jahresringen bestehenden Holzkörper. Unter der noch zum Teil lebendigen Epidermis hat die Korkbildung besonders unterseits eingesetzt; die äusserste, grosszelligere Korkzellreihe ist heller gefärbt als die Umgebung. Am unteren Ende des Jahrestriebes hat die Verholzung des Markes 4 bis 5 Zellreihen ergriffen, am oberen nur 2 bis 3. Die ziemlich breiten und langen Markstrahlen sind dagegen zartwandig und parenchymatisch geblieben und ebenso wie das Mark hellbraun gefärbt.

Stärke ist nur bei **a** nicht sehr viel in der Stärkescheide vorhanden.

In dem etwas jüngeren Ausläufer ist der Gerbstoffgehalt im ganzen fast so intensiv als in dem am 13. 8. 14 untersuchten Exemplar, in dem der vorigen Generation angehörigen Ausläufer noch etwas grösser.

Stärke liegt nur in den Spitzenpartieen, hier wenig mehr als im August.

Zusammenfassung: Unterhalb der meristematischen Gewebe des Vegetationskegels tritt zuerst die Differenzierung des Markes ein, dann der Rinde und zuletzt der Bündelzone, in der zuerst unterhalb der Knospe die ersten engen Gefässe angelegt werden und in den einzelnen Leitbündeln verschieden spät je nach der Insertionshöhe der zugehörigen Schuppenblätter. Fast überall tritt oberseits eine mächtige Entwicklung der Rinde ein. Das Verhältnis von Mark zu Rinde nimmt von der Spitze bis fast zur Mitte allmählich zu, von wo aus es wieder erheblich reduziert wird bis zur Insertionsstelle. Relativ früh wandelt sich die Stärkescheide zur Endodermis um, in den älteren Stadien bereits dicht unterhalb der Endknospe. An mechanischen Geweben treten vor allem auf ein Sklerenchymring, der zum grössten Teil aus verholzten Partieen des peripheren Markes gebildet wird, ein nur schwach ausgebildetes Rindencollenchym und in einzelnen Fällen auch Sklerenchymfasern in den Siebteilbelegen. Ein sekundäres Dickenwachstum tritt erst relativ spät ein, häufig erst im zweiten Jahre, bei vielen Ausläufern nur infrafaszikular. Die Faserbelege der Siebteile bleiben meist bis in die ältesten Entwicklungsstadien unverholzt. Nicht selten wurden Unregelmässigkeiten in der Entwicklung der mechanischen Gewebe, besonders der am peripher sten gelegenen Siebteilbelege, beobachtet, sodass deren Ausbildung nicht proportional dem Altern des Ausläufers fortschreitet.

Die Gerbstoffablagerung nimmt mit dem Altern der Gewebe, also im einzelnen Ausläufer von der Spitze zur Basis, im Laufe der Vegetationsperiode vom Mai bis zum Oktober erheblich zu. Die Spitzenregion ist, abgesehen von den meristematischen Geweben des Vegetationskegels, die ebenso wie in den Adventivwurzelanlagen schwach gelblich gefärbt sind, gerbstoffrei. Zuerst setzt dann die Braunfärbung ein in der peripheren Rinde mit der Epidermis und den darauf sitzenden, zahlreichen Trichomen, später auch in der inneren Rinde und nach der Anlage der ersten Gefässe im Holzparenchym. Ein Gerbstoffmaximum lieg

eben unterhalb der Knospe, von hier aus nimmt die Menge wenig ab bis zu einem nicht sehr prägnanten Minimum, welches im Laufe der Vegetationsperiode allmählich weiter hinaufrückt zur Spitze, um dann wieder erheblich anzuwachsen bis zur Basis bzw. dem organischen Ende des Ausläufers, wo sämtliche parenchymatischen Gewebe gerbstoffhaltig sind. Am wenigsten Gerbstoff enthält das Mark, das nur in den ältesten Stadien schwach gebräunt ist. Sehr früh tritt die Anlage der Milchröhren mit ihrem gerbstoffhaltigen Inhalt hervor, der in den jugendlichen Regionen schwärzlich-schaumig erscheint, später dunkelbraun.

Stärke findet sich in sehr feinkörnigem Zustande in den ganz jugendlichen, noch undifferenzierten Partieen des Ausläufers in Rinde und Mark. Doch verschwindet sie hier bereits dicht unter der Spitze, während sie in der Stärkescheide an Quantität und Korngrösse zunächst erheblich zunimmt bis zu einem Maximum eben unterhalb der Endknospe, von wo sie allmählich abnimmt und schliesslich gänzlich fehlt, proportional der Umwandlung der Stärkescheide in eine Endodermis. Im Laufe der Vegetationsperiode nimmt die Menge also noch etwas ab.

Aegopodium Podagraria L.

Der vollkommen unterirdisch, wagerecht wachsende Ausläufer, welcher Ende April oder Anfang Mai, fast gleichzeitig mit dem oberirdischen Trieb aus dem vorderen Ende des vorjährigen Rhizoms auszutreiben beginnt, endigt mit einer kurzen Knospe und trägt an den Knoten einzelne Schuppenblättchen. Adventivwurzeln treten sehr unregelmässig auf; meist sind weniger kräftig entwickelte Ausläufer relativ früher und stärker bewurzelt als kräftigere. In dem fast kreisrunden Querschnitt nimmt das Mark etwa $^3/_5$ des gesamten Rhizomdurchmessers ein. Fast sämtliche Gewebe bestehen aus zartwandigen, unverholzten Elementen. Unter der Epidermis, die ziemlich früh durch eine hypodermal gebildete

Korkschicht ersetzt wird, liegt eine Zone mehr oder minder zusammenhängender, collenchymatisch verdickter Rindenpartieen, besonders in der Umgebung der zahlreichen Ölgänge. Derartige Ölgänge finden sich auch vereinzelt in der mittleren, häufiger in der inneren Rinde, besonders vor den Siebteilen der Gefässbündel, wenige auch im peripheren Mark. In den mittleren Regionen des Ausläufers ist das zentrale Mark abgestorben. Die Gefässbündel, deren Xylem gegenüber dem gut entwickelten Phloëm sehr zurücktritt, oder sogar vollkommen fehlen kann, sind durch einen zusammenhängenden Streifen kambialen Gewebes zu einem Ring geschlossen und weisen ein nur sehr geringes sekundäres Dickenwachstum auf. In den allerältesten Entwicklungsstadien, meist erst im zweiten Jahre, wird vom Kambiumring nach innen ein nicht sehr mächtiger, aber relativ stark verdickter und verholzter interfaszikularer Sklerenchymring gebildet, während die Siebteile durch einige sehr zartwandige Schichten sekundären Rindengewebes verbunden werden. Weitere anatomische Angaben finden sich bei F. Haupt (vgl. Einleitung).

3. 5. 14.

Ein 1,5 cm langes, noch sehr jugendliches Rhizom, dessen Endknospe grünlich gefärbt ist, während die übrigen Partieen farblos sind, wurde in lebensfrischem Zustande untersucht.

In der Knospe liegt nur ein Internodium von 0,55 mm Länge, das aus plasmareichen Zellen besteht. Das nächste Internodium ist bereits 1,3 cm lang. Am unteren Ende des Vegetationskegels, der eingehüllt ist von einer Reihe stärkereicher Knospenschuppen, beginnt eine ziemlich intensive Stärkespeicherung, die aber im ersten Internodium vollkommen wieder aussetzt. In der ersten Knotenregion liegt zu beiden Seiten des Diaphragmas ziemlich wenig Stärke, besonders in der Rinde. Im nächsten, bereits fertig gestreckten Internodium setzt eine Speicherung grobkörniger Stärke in der Stärkescheide ein, die bis zum unteren Ende des Internodiums anhält, sonst sind alle Gewebe stärkefrei. In dem 0,2 cm langen, letzten Internodium nimmt die Stärkemenge ziemlich schnell zu. Ausser in der Stärkescheide

liegt ziemlich wenig auch in der inneren Rinde und im peripheren Mark, und an der Insertionsstelle setzt auf der Unterseite eine dichte Speicherung in Rinde und Mark ein.

14. 5. 14.

Untersucht wurde ein 7 cm langer, noch sehr zarter Ausläufer, der im frischen Zustande fast farblos, nach der Injektion von Kaliumbichromat gelblich gefärbt erscheint.

Schnitt a: Durch die Spitze der Länge nach, b und c: Quer durch die Achse in 3 und 6,5 cm Entfernung von der Spitze.

In der Knospe liegen 2 Internodien, von denen das untere, 0,96 mm lange von zwei scharf abgesetzten Knotenregionen begrenzt wird. Das jüngste nimmt etwas mehr als die Hälfte der übrigen 0,38 mm langen Spitzenregion ein. Das erste ausserhalb der Knospe gelegene Internodium ist 6,4 mm lang und weist bereits eine zentrale Markhöhlung auf. Die übrigen beiden Internodien haben eine Länge von 5,5 und 1,4 cm. In dem kreisrunden Querschnitt b sind ausser dem schwach ausgebildeten Rindencollenchym, das sich besonders in der Umgebung der Ölgänge in der peripheren Rinde findet, noch sämtliche Gewebe zartwandig. 15 grössere und kleinere Leitbündel mit wenigen Gefässen liegen in dem schmalen Bündelring. Das Mark, dessen zentrale Partieen abgestorben sind, nimmt nicht ganz die Hälfte des Rhizomdurchmessers ein. Der etwas abgeflachte Querschnitt c ist wenig kleiner als b. Unter der abgestorbenen Epidermis ist eine Phellogenschicht angelegt. Das Rindencollenchym ist etwas stärker entwickelt als bei b. Die Siebteilbelege sind nur schwach collenchymatisch verdickt.

a: Der Vegetationskegel und das unter ihm liegende Internodium sind farblos; intensiv gebräunt sind nur die Epidermen der Knospenschuppen und des zweiten Internodiums, sowie der Inhalt der im Diaphragma des darunter liegenden Knotens verlaufenden Ölgänge. In dieser Knotenregion liegt schon eine Wurzelanlage mit gebräunter Calyptra.

Die Stärkespeicherung setzt bereits am unteren Ende des Vegetationskegels in einer Entfernung von 0,07 mm von der

Kuppe im Mark ein. Die Anlage des ersten Internodiums ist stärkefrei, ebenso das in Streckung begriffene zweite Internodium, nur zu beiden Seiten, besonders unterhalb des selbst stärkefreien Diaphragmas der zwischen beiden liegenden Knotenregion zieht sich durch Mark und Rinde eine schmale stärkereichere Zone. Am unteren Ende des zweiten Internodiums, besonders an der Seite des Querschnitts, an der eine Seitenknospe abzweigt, ist vor allem in der Rinde ziemlich viel grobkörnige Stärke gelagert, im Mark liegt zu beiden Seiten des Diaphragmas etwas weniger. Unterhalb des Knotens mit dem die Knospe abschliesst, nimmt die Stärkemenge ab, doch verschwindet sie gänzlich nur im zentralen Mark; in der Stärkescheide findet sich dagegen ziemlich viel gespeichert. Nach dem nächsten Knoten hin nimmt die Menge wieder zu. Im Knoten selbst liegt sehr viel zu beiden Seiten des Diaphragmas; von da ab enthalten Mark und Rinde viel Stärke, wie ein Längsschnitt durch die anschliessende Region zeigt.

b: Braun gefärbt ist die Epidermis, ebenso der durch die Konservierung fest gewordene und kontrahierte Inhalt der Ölgänge mit dem umgebenden parenchymatischen Gewebe, dieses meist nur leicht getönt, sowie die innere Rinde, besonders die vor den Leitbündeln gelegenen Partieen. Die Ausfällung des Gerbstoffes ist fast ausschliesslich in dem protoplasmatischen Wandbeleg vor sich gegangen. Die Bündelzone ist farblos.

Alle parenchymatischen Elemente sind gleichmässig dicht mit Stärke erfüllt. Epidermis, Hypodermis, Rindencollenchym, Bündelzone und Epithel der Ölgänge sind stärkefrei.

c: Gebräunt ist die unter der zum grössten Teil abgestorbenen und abgefallenen, dunkelbraunen Epidermis entstandene Phellogenschicht, der Inhalt der Ölgänge mit dem umgebenden Parenchym, sowie schwach einige Rindenpartieen, besonders vor dem Bündelring und vor den collenchymatisch verdickten Partieen, und die parenchymatischen Elemente des nur gering entwickelten Xylems. Die Bräunung ist etwas verbreiteter als bei b.

Die noch lebendigen peripheren Partieen des Markes und die parenchymatischen Elemente der Rinde enthalten ebensoviel Stärke wie bei b.

Der Gerbstoffgehalt, der sich in der Epidermis, bzw. dem Phellogen, sowie der Umgebung der Bündelzone und Ölgänge mit dem tiefbraunen Inhalt findet, nimmt, abgesehen von den intensiv gebräunten Knospenschuppen, von der Spitze nach der Basis schwach zu. Innerhalb der in Streckung begriffenen, ersten beiden Internodien fehlt er, in den benachbarten Knotenpartieen ist ziemlich viel enthalten.

Die Stärke, welche bereits in der unteren Hälfte des Vegetationskegels einsetzt, hat, wie bei dem am 3. 5. 14 untersuchten Exemplar, ihr Minimum in der Streckungszone, d. i. im ersten und vor allem im zweiten, noch in der Knospe eingeschlossenen Internodium. Im dritten, ausserhalb der Knospe liegenden Internodium beginnt die Ablagerung wieder in der Stärkescheide, und im vierten, wo das Rhizom seinen definitiven Zustand erreicht hat, setzt, 1 cm von der Spitze entfernt, eine ziemlich starke Speicherung in Rinde und Mark, ausser im Collenchym und in der Bündelzone, ein, die nach dem unteren Ende nur noch wenig anwächst.

16. 6. 14.

Von der Mutterpflanze, an der sich zwei noch nicht aufgeblühte Inflorescenzen erheben, geht ein sehr kräftiger Ausläufer aus, der am vorderen Drittel einen schwachen Seitenzweig trägt.

Schnitt a: Längsschnitt durch die Spitze, b bis d: Querschnitte, 1,3—8—15 cm von der Spitze entfernt.

In der Spitze liegen, von Knospenschuppen eingehüllt, unterhalb des Vegetationskegels zwei jugendliche Internodien von 0,41 und 0,17 mm Länge. Das nächstältere, ausserhalb der Knospe liegende Internodium ist bereits 1,0 cm lang. In b sind, abgesehen von dem nur erst schwach angedeuteten Rindencollenchym und den wenigen Gefässen, die in der schmalen Bündelzone liegen, sämtliche Gewebe zartwandig. Das Mark nimmt $^3/_5$ des Durchmessers ein. In dem im ganzen kleineren Querschnitt c ist unter der Epidermis eine geringe Phellogenschicht angelegt. Ausser dem Rindencollenchym sind auch die peripheren Phloëmpartieen sowie die Xylembelege schwach collenchymatisch verdickt. In dem

etwas abgeflachten Schnitt d ist die Epidermis über der Phellogenschicht meist abgestorben. Die zentralen Partieen des Markes, welches nicht ganz die Hälfte des Rhizomdurchmessers einnimmt, sind zerfallen. Das sekundäre Dickenwachstum beschränkt sich auf einige tangentiale Teilungen des Kambiumringes. Die collenchymatisch verdickten Partieen sind wenig stärker entwickelt als bei c.

a: Eine Bräunung tritt nur in der Epidermis der Knospenschuppen und der unterhalb der Knospe gelegenen Internodien auf, sowie in den Regionen der Ölgänge, die im Diaphragma des zweiten, die Knospe nach unten abgrenzenden Knotens, sowie unterhalb der Endknospe auch in der Rinde und im peripheren Mark verlaufen.

Stärke ist ziemlich viel vorhanden in den vorderen Partieen der Knospenschuppen, sowie zu beiden Seiten des Diaphragmas der beiden jüngsten noch in der Knospe eingehüllten Knoten. Die Anlage der beiden in Streckung begriffenen Internodien ist vollkommen stärkefrei. Von der Knotenregion ab, mit der die Knospe abschliesst, nimmt die Menge ziemlich schnell ab. Wenig feinkörnige Stärke liegt nur noch eine Zeit lang im Mark; in der Mitte des dritten, schon fertig entwickelten und ziemlich gestreckten Internodiums findet sich Stärke nur noch in der Stärkescheide.

b: Gebräunt sind die Epidermis, etwas schwächer die Hypodermis, spurenweise die innere Rinde, ferner das Vasalparenchym und das Epithel und die nächste Umgebung der Ölgänge, deren Inhalt intensiv braun gefärbt ist.

Stärke liegt viel in der bis auf wenige interfaszikulare Partieen einen geschlossenen Ring bildenden Stärkescheide, wenig in der inneren Rinde und im peripheren Mark.

c: Eine Braunfärbung weist die Epidermis auf, sowie die subepidermale Phellogenschicht, deren Bildung gerade eingesetzt hat, das Epithel der Ölgänge, spurenweise auch das Holzparenchym und geringe Partieen der inneren Rinde.

Sämtliche parenchymatische Elemente des Querschnittes enthalten viel Stärke, die Stärkescheide sehr wenig; sie nimmt schwach endodermalen Charakter an. Die Epidermis, Hypoder-

mis und Bündelzone sind stärkefrei, das Rindencollenchym enthält wenig. Im ganzen liegt in diesem Schnitt mehr als im entsprechenden vom 14. 5. 14.

d: Dunkelbraun ist in dem etwas abgeflachten Querschnitt die periphere Zellreihe des Phellogens gefärbt, die unter der zum Teil farblosen, zum Teil abgestossenen Epidermis liegt, schwach gebräunt sind das Rindencollenchym, die parenchymatischen Partieen in der Umgebung der Ölgänge, deren Epithelien mehr oder weniger farblos geworden sind, die schwach endodermal ausgeprägte Stärkescheide, besonders vor den Leitbündeln, das Holzparenchym und die peripheren Markpartieen in der Umgebung des Xylems. Im ganzen ist die Bräunung intensiver als bei c, auch als am unteren Ende des im Mai untersuchten Ausläufers.

Das Mark ausser den zentralen Partieen und die Rinde sind dicht angefüllt mit Stärke. Im Rindencollenchym ist etwas weniger vorhanden. Das Epithel der Ölgänge und die Bündelzone sind stärkefrei, ebenso die Epidermis und das Phellogen.

Die Spitzenregion verhält sich in Bezug auf Ablagerung von Gerbstoff und Stärke, wie in dem am 14. 5. 14 untersuchten Rhizom. Die Bräunung, die sich anfänglich in der Epidermis, der Hypodermis, dem Epithel und Inhalt der Ölgänge sowie im Vasalparenchym findet, tritt am unteren Ende in weiterer Verbreitung, vor allem auch in dem umgebenden Parenchym der Ölgänge und in der inneren Rinde auf, während das Epithel der Ölgänge sich allmählich entfärbt. An Intensität hat die Färbung gegenüber dem 14. 5 14 wenig zugenommen.

Eine gleichmässig intensive Stärkespeicherung setzt in etwa 1,5 cm Entfernung von der Spitze ein und nimmt nach dem unteren Ende hin noch weiter zu. Im ganzen ist mehr gespeichert als im Mai, besonders findet sich im unteren Teile auch Stärke im Rindencollenchym, wenn auch nicht so viel als in den übrigen Geweben, während Epidermis, bzw. Phellogen und Bündelzone stärkefrei sind.

16. 7. 14.

Das 18,8 cm lange Rhizom, das von einer in voller Blüte stehenden Mutterpflanze ausgeht, besteht außer der kurzen Endknospe aus 5 Internodien von 0,7—7,6—6,8—2,7—1,0 cm Länge und nimmt nach der Spitze hin etwas an Mächtigkeit zu. Die Knoten sind bis auf den obersten, an die Endknospe anschliessenden sämtlich bewurzelt und tragen je ein Schuppenblatt.

Schnitt a bis f: Durch die Spitze längs, in 1—2—2,5—3—18,5 cm Endfernung von der Spitze quer durch den Ausläufer.

Die beiden jüngsten in der Endknospe eingeschlossenen Internodien haben eine Länge von 0,62 und 0,25 mm; das dritte, bereits ausserhalb der Knospe liegende Internodium ist 7 mm lang. Schnitt b, in dem noch sämtliche Gewebe zartwandig sind, ist anatomisch noch etwas jugendlicher als b vom 16. 6. 14. In dem noch ziemlich undifferenzierten Bündelring sind erst ganz wenige Gefässe angelegt. In dem etwas kleineren Querschnitt c führen die im ganzen wesentlich weiter entwickelten Leitbündel bedeutend mehr Gefässe; auch das Rindencollenchym ist typischer ausgebildet. In d ist bereits eine hypodermale Phellogenschicht angelegt. Das zentrale Mark ist abgestorben. Der Kambiumring weist wenige tangentiale Teilungen auf. In e ist die Markhöhlung bedeutend grösser. Die Siebteilbelege sind schwach collenchymatisch verdickt. Das sekundäre Dickenwachstum ist aber auch hier nur minimal. Die über der Phellogenschicht liegende Epidermis ist meist tot, und in f schliesst der Querschnitt nach aussen mit einer Korkschicht ab. Das sekundäre Dickenwachstum ist hier etwas weiter fortgeschritten, aber bis auf wenige collenchymatische Verdickungen einiger Xylem und Ploëmpartieen ist auch hier noch alles zartwandig.

a: Eine Bräunung findet sich ausser in der Epidermis der Knospenschuppen intensiv im Inhalte und etwas schwächer in der Umgebung der Ölgänge, die im Diaphragma des ersten ausserhalb der Knospe liegenden Knotens, sowie unterhalb der Endknospe in der Rinde und im peripheren Mark verlaufen, fern in der Epidermis und schwächer in der Hypodermis des ersten fertig ausgebildeten Internodiums.

Stärke findet sich mittelviel im meristematischen Markgewebe direkt unter dem 0,06 mm langen Vegetationskegel, zu beiden Seiten des Diaphragmas der ersten beiden Knoten, hier auch in der Rinde, und in den Knospenschuppen, besonders in deren Spitze. Die beiden in der Knospe liegenden Internodien sind stärkefrei. Im ersten fertigen Internodium nimmt die gespeicherte Menge allmählich zu, doch beschränkt sie sich vor allem auf die Stärkescheide; im peripheren Mark und in der inneren Rinde liegen wenige feine Körnchen.

b: Intensiv gebräunt ist die Epidermis, schwach die Hypodermis. Eine nicht ganz so intensive Bräunung ist auch wahrzunehmen im Epithel und in der nächsten parenchymatischen Umgebung der meisten Ölgänge. Sonst sind alle Gewebe farblos.

Stärke findet sich nur in einer fast ringförmig geschlossenen Stärkescheide, wenig auch im peripheren Mark, besonders vor und seitlich von den grösseren Bündeln, geringe Einschlüsse in der inneren Rinde.

e: Eine Bräunung tritt in gleicher Verteilung, im ganzen aber etwas intensiver auf als bei b.

Stärke liegt in der Stärkescheide etwas weniger als bei b, im ganzen aber mehr, denn im unterseitigen Rindengewebe des Querschnittes ist ziemlich viel Stärke abgelagert, ebenso hat im peripheren Mark der Unterseite die Speicherung begonnen.

d: Gerbstoff wie bei c.

Stärke tritt in bedeutend grösserer Menge auf als bei c. Ziemlich viel liegt im gesamten parenchymatischen Gewebe ausser dem zentralen Mark, welches abzusterben beginnt. Rindencollenchym und Bündelzone sind stärkefrei.

e: Im allgemeinen ist die Bräunung wenig intensiver als bei d. Nur in der Umgebung der Ölgänge beginnen die Epithelzellen farblos zu werden, die benachbarten parenchymatischen Elemente sich dagegen braun zu färben.

Die Stärkemenge hat weiter etwas zugenommen.

f: Die den Querschnitt nach aussen abschliessende Korkschicht ist dunkelbraun gefärbt; gebräunt hat sich auch das darunter liegende Rindencollenchym, schwach einige periphere Markpartieen in der Umgebung des Xylems. Im übrigen ist die

Bräunung wie bei e, im ganzen also nicht viel intensiver, aber bedeutend weiter verbreitet.

Alle Gewebe sind dicht mit Reservestärke angefüllt.

Zwei Schnitte g und h: Am oberen und unteren Ende durch ein vorjähriges Rhizomstück, von dem das oben untersuchte abzweigt, zeigten folgende Verhältnisse:

In g ist das zentrale Mark abgestorben; ein interfaszikulares Dickenwachstum ist noch nicht eingetreten, während h eine relativ starke Kambiumtätigkeit entfaltet hat. 3—4 stark verdickte und verholzte Zellreihen sekundären Holzes und ebensoviele Reihen sehr zartwandiger, vollständig mit Stärke angefüllter sekundärer Rinde hat das intrafaszikulare Kambium gebildet. Die Faserbelege der Leitbündel sind dagegen auch hier nur collenchymatisch verdickt. Das Xylem ist relativ sehr gering entwickelt und fehlt in einigen sekundär eingeschalteten Bündeln fast gänzlich. Das Rindencollenchym ist sehr stark ausgebildet.

g: Die peripherste, den Querschnitt nach aussen abschliessende, relativ grosszellige Reihe der Phellogenschicht ist dunkelbraun, die inneren Zellreihen sind hellbraun gefärbt. Im übrigen ist die Bräunung in diesem wie auch im nächsten Schnitt wie im diesjährigen Ausläufer.

Stärke findet sich mittelviel in der Rinde und im peripheren Mark.

h: Alle Gewebe sind dicht voll Stärke, besonders das Mark, welches hier ebenfalls in seinen zentralen Partieen lebendig ist. Die Kambialzone, die Gefässbündel und der sekundäre Holzring, sowie das Epithel der Ölgänge sind stärkefrei, das Rindencollenchym enthält nur sehr wenig.

Die Spitzenregion zeigt analoge Verhältnisse wie in den vorigen Monaten. Die Gerbstoffmenge, welche nach dem unteren Ende deutlich zunimmt, ist, wenigstens in der basalen Region, in etwas grösserer Verbreitung vorhanden als im Juni, da hier vor allem auch die peripherstен, collenchymatischen Rindenpartieen gebräunt sind.

Die Stärkemenge, welche im Verlaufe des 4. Internodiums zuerst auf der Unterseite einsetzend, in etwa 3 cm Entfernung von

der Spitze stark anwächst, nimmt von hier ab weiter allmählich zu bis zur Insertionsstelle, wo die Speicherung ebenso dicht ist wie im Juni.

Das vorjährige Rhizomstück führt ebenfalls viel Stärke; auch hier wächst die Menge vom oberen Ende nach der Basis hin an. Bemerkenswert ist noch, das in der Spitze des vorjährigen Rhizoms weniger Stärke liegt als am unteren Ende des diesjährigen.

13. 8. 14.

Untersucht wurde ein mittelkräftiges Rhizom von 21,5 cm Länge, das mit einem ganz jungen, etwas aufgerichteten Blättchen die Bodenoberfläche erreicht hat, und dessen Knoten eine reiche Bewurzelung aufweisen.

Schnitt a bis d: Der Länge nach durch die Spitze und in 2—11—21 cm Entfernung von der Spitze quer durch die Achse.

In b sind die Gewebe schon ziemlich weit entwickelt. Ausser dem Rindencollenchym sind auch die Phloëm- und Xylembelege schwach collenchymatisch verdickt. Die Leitbündel führen bereits relativ viele Gefässe. In Schnitt c, der peripher von einer gering mächtigen Phellogenschicht begrenzt wird, nimmt das Mark wenig über $^1/_3$ des Durchmessers ein. Der Kambiumring weist wenige tangentiale Teilungen auf. In dem noch etwas kleineren Querschnitt d hat das sekundäre Dickenwachstum etwas stärker eingesetzt, aber nach innen und aussen in ungleichem Masse: Während das Kambium nach aussen eine meist 4zellreihige sekundäre Rinde gebildet hat, findet sich auf seiner Innenseite nur ein einreihiger, fast zusammenhängender, interfaszikularer, stark verdickter und verholzter Sklerenchymring. Auch die Siebteilbelege sind stärker verdickt als bei c, aber unverholzt.

a: Der Vegetationskegel mit den beiden jüngsten, noch in eine Knospe eingehüllten Internodien von 0,25 und 1,25 mm Länge ist fast farblos. Eine Bräunung zeigt sich nur in der Epidermis der Knospenschuppen und in der Umgebung und im Inhalt der Ölgänge, die besonders im Diaphragma des ersten und

noch prägnanter des zweiten das zweitjüngste Internodium begrenzenden Knotens und in der Epidermis und Rinde des dritten, ausserhalb der Knospe liegenden, 1,3 cm langen Internodiums auftreten.

Die Stärkespeicherung beginnt ziemlich dicht unter dem Vegetationskegel. Das erste Internodium ist stärkefrei. Zu beiden Seiten des ersten Knotendiaphragmas findet sich ziemlich viel in Mark und Rinde. Im zweiten Internodium liegt am oberen Ende ziemlich wenig feinkörnige Stärke, die nach dem unteren Ende hin an Körnerzahl etwas abnimmt, aber grobkörniger wird. In der Rinde liegt mehr als im Mark, besonders am oberen und unteren Ende des Internodiums. Nach Überschreitung der zweiten Knotenregion, in der besonders in der Rinde etwas mehr Stärke gespeichert ist, nimmt die Menge im dritten, ausserhalb der Knospe liegenden Internodium bald wieder ab. In der Stärkescheide bleibt ziemlich viel, im peripheren Mark wenig, feinkörnige Stärke, in vielen Zellen der inneren Rinde geringe Einschlüsse.

b: Gebräunt sind die Epidermis und Hypodermis, die Epithelien der Ölgänge, die Stärkescheideregion und das Vasalparenchym.

Stärke findet sich an der oberen Seite des Querschnittes in der Stärkescheide, wenig im peripheren Mark, spurenweise in der Rinde, wie bei a. Auf der unteren Seite des Ausläufers hat jedoch die Speicherung auch in der Rinde schon erheblicher eingesetzt, sodass hier soviel wie in der Stärkescheide vorhanden ist.

c: Die Intensität der Bräunung hat ganz wenig zugenommen. Sie tritt schwach auf in den inneren Zellreihen des Phellogen, prägnanter in der peripherstен, den Querschnitt nach aussen abschliessenden Schicht, im Epithel der Ölgänge, in der Stärkescheide mit einigen benachbarten Partieen der inneren Rinde, besonders vor den Siebteilen und im Holzparenchym.

Die gespeicherte Stärkemenge hat erheblich zugenommen. Es liegt viel in Rinde und Mark, besonders in den peripheren Partieen.

d: Die Bräunung ist wenig intensiver als bei c. Intensiv braun gefärbt ist hier vor allem die Korkschicht und das den Ölgängen benachbarte Parenchym; sonst wie bei c.

Sämtliche Gewebe des Querschnittes enthalten sehr viel Stärke.

Die Bräunung nimmt auch hier wieder von den ersten beiden farblosen Internodien nach der Basis zu; ein geringes, partielles Maximum liegt in der die Knospe nach unten begrenzenden Knotenregion. Im ganzen ist der Gerbstoffgehalt kaum stärker als im Juli.

Stärkefrei ist hier nur das jüngste Internodium. Das zweite, im Verhältnis zu den vorigen Monaten bereits etwas mehr gestreckte Internodium führt wenig Stärke, ein Zeichen, dass das Längenwachstum und somit die Streckung nicht mehr so intensiv ist, was wahrscheinlich damit zusammenhängt, dass die Endknospe die Bodenoberfläche erreicht hat. In etwa 2 cm Entfernung von der Spitze beginnt eine starke Speicherung grobkörniger Reservestärke, welche sämtliche parenchymatischen Gewebe erfüllt, nach der Insertionsstelle noch etwas zunimmt und im ganzen wenig grösser ist als im Juli.

20. 10. 14.

Der sehr kräftig entwickelte Ausläufer ist 26 cm lang und schliesst mit einer dunkelbraunen Knospe an der Spitze ab.

Schnitt a bis f: Der Länge nach durch die Endknospe, durch die dritte Knotenregion in 2 cm Entfernung von der Spitze, sowie quer durch die Achse in 7—15—25 cm Entfernung von der Spitze und längs durch eine Knotenregion in der Mitte des Ausläufers.

Anatomisch gleichen sich die Schnitte c bis e fast ganz. Die zentralen Partieen des Markes, welches etwa $^2/_3$ des Durchmessers ausmacht, sind abgestorben. Unter der abgestossenen Epidermis ist eine Phellogenschicht entstanden. Die Kambiumtätigkeit ist in c wie in d nur sehr gering. Ausser dem Rindencollenchym und den schwach collenchymatischen Bündelbelegen

sind sämtliche Elemente des Querschnitts zartwandig. Die Dicke des Rhizoms nimmt von c nach e nur wenig ab. In e hat die 4—5reihige kambiale Schicht nach aussen 4 Zellreihen sehr zartwandiger sekundärer Rinde gebildet und nach innen eine Schicht sekundären Holzes, in der eine Reihe relativ stark verdickter und verholzter Sklerenchymfasern liegen.

a: Unter dem 0,2 mm langen, fast farblosen Vegetationskegel liegen zwei noch unentwickelte, aus plasmareichen Zellen bestehende Internodien vollkommen in eine stumpf abschliessende Knospe eingeschlossen, deren Schuppenblätter in der Epidermis und in den Ölgängen und deren Umgebung eine schwache Bräunung aufweisen. Die ältesten dieser Schuppenblätter sind ziemlich weit differenziert und zeigen eine Reihe Übergangsstadien zu typischen Laubblättern. Eine schwache Gelbfärbung zeigt sich in den ganz jugendlichen Partieen der Bündelzone, sowie etwas intensiver im Diaphragma des zweitjüngsten Knotens, mit dem die Knospe abschliesst. Später weisen im dritten, 1,6 cm langen Internodium nur die Epidermis und die Ölgänge mit ihrer Umgebung einen braunen Inhalt auf.

In den noch in der Knospe liegenden Internodien sind sehr geringe Mengen feinkörniger Stärke gespeichert in Rinde und Mark, viel dagegen in den Knotenregionen zu beiden Seiten des Diaphragmas. Im ersten fertig entwickelten, nicht mehr von der Knospe eingehüllten Internodium ist Stärke mittelviel in der Stärkescheide, einzelne Körner auch in der inneren Rinde und im peripheren Mark gespeichert.

b: Eine Braunfärbung zeigt sich auch hier nur in der Epidermis und den Ölgängen mit ihrer Umgebung, sowie im Diaphragma des Knotens.

Die Stärkemenge nimmt nach dem Knoten hin etwas zu im peripheren Mark und besonders in der Rinde. Im Knoten setzt dann plötzlich zu beiden Seiten des Diaphragmas ein sehr starkes Maximum ein, besonders in der Rinde und im peripheren Mark, unterseits stärker, sodass alle Gewebe nach der Färbung mit Jodjodkalium schwarz erscheinen. Die Anlage eines Seitensprosses, der in der Achsel eines auf der Oberseite befindlichen Schuppenblattes inseriert ist, führt viel Stärke in den jugendlichen

Geweben. Im benachbarten Internodium, in dem das innere Mark im Absterben begriffen ist, nimmt diese Menge nur wenig wieder ab, besonders unterseits bleibt sie fast erhalten.

c: Die unter der abgestorbenen Epidermis gebildete Phellogenschicht ist in den peripheren Zellreihen intensiv gebräunt. Die mit tiefbraunem Inhalt gefüllten, zahlreichen Ölgänge sind umgeben von farblosen Epithelzellen. Die benachbarten parenchymatischen Gewebe sind dagegen gebräunt.

Sämtliche parenchymatischen Gewebe des Querschnittes sind dicht mit Stärke gefüllt.

d und **e:** Zeigen im wesentlichen dieselben Verhälnisse. Auch das Rindencollenchym enthält hier ziemlich viel Stärke, sehr viel die sekundäre Rinde.

f: Eine schwache, diffuse Bräunung zeigt sich in den das Diaphragma des Knotens durchsetzenden Ölgängen, sowie schwach beiderseits im benachbarten Markparenchym.

Die Knotenregion zeigt eine noch dichtere Stärkespeicherung in Mark und Rinde, als die benachbarten Internodien. Im peripheren Rindencollenchym liegt wenig feinkörnige Stärke.

Die Spitzenregion ist, wenigstens peripher, etwas mehr gebräunt als im August, im übrigen zeigt der Gerbstoffgehalt keine Unterschiede. Während er in den Internodien von der Spitze nach der Basis zunimmt, ist er in den Knotenregionen am unteren Ende der Endknospe am grössten.

Die beiden jüngsten, noch ungestreckten Internodien enthalten hier bereits etwas Stärke. Ausser diesen beiden führt nur das dritte Internodium ziemlich wenig, etwas grobkörnigere Stärke. Im nächsten Knoten setzt plötzlich, zunächst auf der Unterseite noch intensiver als auf der Oberseite, ein starkes Maximum ein, welches bis zum unteren Ende andauert und etwas grösser ist als im Sommer. — Das Maximum des Gerbstoff- und Stärkegehalts, was parallel läuft mit der definitiven Ausbildung der Gewebe, tritt hier also bereits in einer bedeutend höher gelegenen Region des Rhizoms auf als in den vorigen Monaten.

Zusammenfassung: Anatomisch unterscheiden sich die einzelnen Alters- und Entwicklungsstadien nicht sehr von einander. Das Mark, dessen zentrale Partieen in den schwächeren Ausläufern bereits vom ersten ausserhalb der Knospe liegenden Internodium ab abzusterben beginnen, während sie in den kräftigeren länger lebendig zu bleiben pflegen, reduziert sich im Verlaufe des Ausläufers von etwa $^2/_3$ auf $^1/_2$ bis $^1/_3$ des Rhizomdurchmessers. Sekundäres Dickenwachstum, vor allem Ausbildung sklerenchymatischer und verholzter Gewebselemente tritt nur in den allerältesten Stadien und auch hier nur in geringem Masse auf.

In der Gerbstoffällung, die im ganzen ziemlich gering ist, zeigt sich in den verschiedenen Monaten kein wesentlicher Unterschied; eine geringe Zunahme während der Vegetationsperiode ist unverkennbar, weniger an Intensität als an Verbreitung. Doch sind die Verhältnisse nicht immer so stetig. Häufig lässt sich beobachten, dass sehr kräftig entwickelte Ausläufer etwas weniger Gerbstoff führen, als schwächere. Sehen wir ab von den ziemlich intensiv braun gefärbten Schuppenblättern, so nimmt im einzelnen Rhizom die Braunfärbung von der Spitze nach der Basis hin zu nach Überschreitung eines Teilmaximums eben unterhalb der Knospe. Umgekehrt verhält es sich mit den Knotenregionen, die nur am unteren Ende der Knospe eine prägnante Bräunung aufweisen; ebenso sind die in allen Entwicklungsstadien einen tiefbraunen Inhalt führenden Ölgänge anfangs von einem gebräunten Epithel umgeben, welches später farblos wird, während sich das umgebende Parenchym sowie das Rindencollenchym erst später braun färbt.

Stärke wird im ganzen sehr viel gespeichert. Auch hier ändern sich die Verhältnisse nur wenig im Laufe der Jahresperiode. Die Stärkespeicherung setzt ein am unteren Ende des Vegetationskegels, nimmt dann aber bei der ersten Differenzierung der Gewebe plötzlich ab. Die beiden jüngsten, in der Knospe liegenden, noch nicht gestreckten Internodien, die aus kurzen, rechteckigen, lückenlos aneinandergrenzenden, plasmareichen Zellen bestehen, sind zur Zeit des intensiven Längenwachstums stärkefrei; hört dieses im Herbst auf, so führen sie ziemlich wenig fein-

körnige Stärke. Das dritte, ausserhalb der Knospe liegende, bereits ziemlich gestreckte und aus grösseren, plasmaarmen Zellen bestehende Internodium führt wenig mehr, grobkörnige Stärke in der Stärkescheide, manchmal, besonders im Herbst, auch ganz geringe Mengen im peripheren Mark und in der Rinde. Im nächsten Internodium setzt dann eine dichte Speicherung grobkörniger Reservestärke in Rinde und Mark, später auch im Rindencollenchym ein, während Epidermis, Phellogen, bzw. Kork und Bündelzone stets stärkefrei sind. Die Menge nimmt vom Mai bis Oktober ziemlich stetig zu. Fällt der Beginn der intensiven Stärkespeicherung mit einer Knotenregion zusammen, so setzt sie plötzlich ein; fällt er in der Mitte eines Internodiums, so setzt die Speicherung allmählich ein, und zwar auf der Unterseite zuerst und am stärksten. Zur Zeit des intensivsten Längenwachstums, d. i. zur Blütezeit im Juli, ist diese Stelle etwas weiter von der Spitze entfernt als in den übrigen Monaten. Die Knoten zeichnen sich vor den Internodien durch eine bedeutend intensivere Stärkespeicherung aus. Erwähnenswert ist noch, dass, wie sich in den schwächeren Rhizomen meist relativ viel Gerbstoff fand, die kräftiger entwickelten weniger Gerbstoff aber etwas reichlicher Stärke speichern.

Ranunculus repens L.

Oberirdisch kriechende Ausläufer werden bei diesem Objekte während der ganzen Vegetationsperiode ausgetrieben. Aus der überwinterten Blattrosette entwickelt sich Ende April eine zum grössten Teil niederliegende Achse, die nach kurzer Zeit mit einer aufgerichteten Inflorescenz abschliesst. Aus den Blattachseln, besonders der unteren Knoten, treiben Ausläufer 2. Ordnung aus, die bald die Hauptachse überragen und schliesslich ebenfalls mit einer Blüte endigen. Von diesen können dann weiter Ausläufer 3. und 4. Ordnung ausgehen, wobei die Ausläufer höherer Ordnung meist bedeutend länger werden, als die nie-

derer Ordnung. Auf diese Weise entsteht also ein sympodial verzweigtes System von Sprossen, von denen die meisten zur Blüte gelangen. Die sehr kräftigen Ausläufer entwickeln sich relativ schnell und beginnen bereits im Hochsommer abzusterben, während an den einzelnen Knoten sich bewurzelte, überwinternde Blattrosetten bilden. Die 10 bis 12 kleinen, vollkommen isoliert verlaufenden Gefässbündel zeigen selbst am unteren Ende ein nur geringes sekundäres Dickenwachstum; trotzdem nimmt die Mächtigkeit der Achse nach dem unteren Ende hin ziemlich stark zu. Das Mark, das durch sehr breite Markstrahlen mit der Rinde in Verbindung steht, nimmt etwa die Hälfte des gesamten Durchmessers ein und ist in seinen zentralen Partieen späterhin meist abgestorben. Chlorophyll ist anfangs im ganzen Querschnitt vorhanden, später dagegen meist auf die peripheren Rindenpartieen vor allem der Oberseite beschränkt. Die Oberseite weist manchmal eine geringe Anthozyanfärbung auf. Die Internodien, die meist schwach bogenförmig wachsend die relativ früh bewurzelten Knoten verbinden, sind stellenweise etwas gedreht.

14. 5. 14.

Von der Mutterpflanze, die einige noch nicht aufgeblühte Inflorescenzen trägt, ist ein noch sehr jugendlicher und zarter Ausläufer ausgetrieben, der aus 3 Internodien von 0,4—9.2—2,9 cm Länge besteht und zur Hälfte noch vollkommen schlaff ist. Von dem 12,5 cm langen Rhizom ist das 0,4 cm lange, erste und etwa 1 cm vom zweiten Internodium intensiv braun gefärbt. In ungefähr 3 cm Entfernung von der Spitze liegt eine am hellsten erscheinende Zone, von da ab nimmt die Bräunung nach dem unteren Ende wieder schwach zu. Der zweite Knoten trägt ein Blatt und 2 junge Würzelchen.

Schnitt a bis e: Längs durch die Spitze, quer durch das erste, vollkommen in eine Knospe eingehüllte Internodium, durch das zweite Internodium in 0,8 und 3 cm Entfernung von der Spitze und an der Insertionsstelle.

Am unteren Ende der kurzen, stumpfen Endknospe, die eine Blütenanlage enthält, zweigt ein Seitenzweig ab, der die zu-

rückbleibende Hauptachse bereits ziemlich weit überragt und 2 Internodien von 0,52 und 1,62 mm Länge enthält. An der Abzweigungsstelle ist eine noch vollkommen in der unterseitigen Rinde eingeschlossene Adventivwurzel angelegt. An den beiden in der Knospe liegenden Knoten finden sich zwei Seitenknospen in alternierender Stellung. Der noch aus sehr zartwandigen Geweben bestehende Querschnitt b ist von zahlreichen Trichomen eingehüllt. 6 noch undifferenzierte Leitbündel treten aus der Bündelzone schwach hervor. In c sind die Elemente der 7 isoliert verlaufenden Gefässbündel ausser einigen Gefässen noch sämtlich unverholzt. In d beginnen die den Holz- und Siebteilen vorgelagerten Faserbelege schwach zu verholzen. In dem etwas abgeflachten Querschnitt e umgibt ein ziemlich starker, geschlossener Holzring die einzelnen Gefässbündel, der am mächtigsten ist an der Innen- und Aussenseite der Bündel. Rinde und Mark, sowie die breiten Markstrahlen bestehen aus gleichartigem, grosszelligem Parenchymgewebe.

a: Die beiden jüngsten, noch von den jugendlichen, eng anliegenden Laubblättern knospenartig eingeschlossenen Internodien sind farblos; nur die Epidermis und die Bündelzone sind, wie der Vegetationskel, schwach grünlich-gelb getönt. Gebräunt sind nur die einreihigen Trichome, besonders intensiv in den Achseln der jungen Blätter. In der Knotenregion, mit der die Endknospe abschliesst, sind einige Markzellen leicht gebräunt. Hier liegt bereits eine Adventivwurzelanlage in der unteren Rinde, welche besonders in der Calyptra, eine leichte, diffuse, gelbbraune Tönung aufweist. Unterhalb dieses Knotens ist die Epidermis tiefbraun gefärbt, die periphere Rinde und die parenchymatische Umgebung der Bündelzone ziemlich intensiv gebräunt, etwas weniger die innere Rinde.

Sowohl in der Haupt- als auch in der Seitenachse setzt am unteren Ende des Vegetationskegels eine nicht sehr intensive Speicherung feinkörniger Stärke ein, die in den ersten beiden, in Streckung begriffenen, aus plasmareichen Zellen bestehenden Internodien und ebenso in dem einen, kurzen Internodium der Blütenachse noch abnimmt, sodass hier, besonders in dem fast stärkefreien, jüngsten Internodium, in Rinde und Mark nur sehr

wenig feinkörnige Stärke liegt. Die Bündelzone ist stärkefrei. In den Knotenregionen, vor allem in dem am unteren Ende der Knospe gelegenen Knoten, liegt in der Rinde, besonders unterseits, mehr Stärke als in den benachbarten Internodien. Hier ist vor der Calyptra der selbst stärkefreien Adventivwurzel viel Stärke abgelagert. Unterhalb der Knospe setzt eine ziemlich intensive Speicherung grobkörniger Stärke ein, während die übrigen Gewebe stärkefrei sind.

b: Dicht unter dem Vegetationskegel weist nur die Epidermis mit den zahlreichen, einreihigen Trichomen und die Bündelzone eine schwache Tönung auf.

Geringe Stärkeeinschlüsse finden sich im gesamten Chlorophyllgewebe.

c: Hier ist eine erhebliche Zunahme der Intensität der Braunfärbung wahrzunehmen. Brauner Inhalt findet sich in der Epidermis und Hypodermis, etwas schwächer in der peripheren Rinde und in der Umgebung der Gefässbündel. Auch das Vasalparenchym und die kambiale Zone weisen einen schwachen braunen Schimmer auf.

In der Stärkescheide, welche die einzelnen Leitbündel ringförmig umgibt, ist nur seitlich von den Bündeln ziemlich viel Stärke am unteren Ende der Zellen gespeichert, spurenweise im Siebteil der Bündel, ganz vereinzelte Körnchen auch in wenigen Rindenzellen.

d: Schon bei schwacher Vergrösserung erscheint dieser Querschnitt wesentlich heller und durchsichtiger als der vorige. Eine Braunfärbung zeigt sich nur mittelstark in der Epidermis und der oberseitigen Hypodermis; sonst sind alle Gewebe farblos.

Stärke findet sich nur wenig in einem Teil der Zellen der Stärkescheide. Die Chlorophyllkörner der peripheren Rinde enthalten keine oder nur sehr geringe Einschlüsse. Wenig feinkörnige Stärke liegt im Siebteil der Leitbündel.

e: Die Bräunung hat wieder schwach zugenommen. Ausser Epidermis und Hypodermis sind noch schwach einige periphere Rindenzellen und die umgebenden Partieen der Gefässbündel braun gefärbt.

Auch in der Stärkespeicherung ist eine deutliche Zunahme besonders auf der Unterseite wahrzunehmen. In der Stärkescheide liegt mittelviel, ebenso in der unteren Rinde, in der oberseitigen, sowie im Mark nur peripher wenig.

Wir haben hier also in 3 cm, d. i. $^1/_4$ der gesamten Rhizomlänge, Entfernung von der Spitze ein Minimum an Gerbstoffgehalt und Stärke. Die Zone intensivster Bräunung liegt dicht unter der Spitze, das Maximum der Stärkespeicherung am unteren Ende des Ausläufers, wo die Stärke vorzugsweise auf der Unterseite liegt. Zwei partielle, schwächere Stärkemaxima liegen bereits direkt unter dem schwach gerbstoffhaltigen, aber selbst stärkefreien Vegetationskegel und in der Region des Gerbstoffmaximums.

19. 6. 14.

Untersucht wurde ein kräftig entwickelter, vegetativer Ausläufer von 34,8 cm Länge, der ausgeht von der Mitte eines nur 16 cm langen, aber eine relativ grosse Mächtigkeit besitzenden, blühenden Ausläufers. Die Länge der 5 Internodien beträgt von der Spitze bis zur Basis: 0,3—2,5—14,2—13—4,8 cm. Die 3 unteren Knotenpartieen sind belaubt und bewurzelt; in einem Längsschnitt durch die Spitze zeigten sich in der direkt an die Endknospe angrenzenden Knotenregion auch schon zwei Wurzelanlagen, die dann sehr frühzeitig bei der Streckung des betreffenden Internodiums hervorbrechen.

Schnitt a bis e: 0,1—1—3,5—30—34,5 cm von der Spitze.

In dem von zahlreichen Trichomen eingehüllten, aus sehr zartwandigen Geweben bestehenden Querschnitt a isolieren sich in der anfangs ringförmig geschlossenen Bündelzone 8 einzelne, noch meristematische Leitbündel. In b sind ganz geringe Partieen des zentralen Markes abgestorben. Trichome fehlen bis auf geringe Reste. Einzelne Gefässe besitzen stark verdickte und verholzte Wandungen, sonst sind sämtliche Gewebe zwar schon vollkommen differenziert, aber noch zartwandig und unverholzt.

In dem erheblich grösseren Schnitt c besitzt die zentrale Markhöhlung ein bedeutend weiteres Lumen. Die Faserbelege der Leitbündel beginnen auf der Aussenseite schwach zu verholzen. Zwischen diesem Holzring und dem Gefässbündel zieht sich eine ringförmig geschlossene, zartwandige und vollkommen durchsichtige Zellreihe hin, deren Radialwände dunkle Punkte aufweisen. In d sind die Faserbelege bedeutend stärker ausgebildet. Die endodermale Zellschicht ist nicht mehr zu erkennen. Zwischen den 8—10 isolierten Gefässbündeln zieht sich eine 2—3reihige, aus sehr grossen Zellen bestehende Schicht schwach verdickter und verholzter Prosenchymzellen hin, welche die Gefässbündel zu einem geschlossenen Holzring vereinigen. In e umgibt die einzelnen Leitbündel ein kräftiger Holzring; ausserdem treten auch viele sklerenchymatische Elemente im Holzteil auf, während der interfaszikulare Sklerenchymring hier bedeutend schwächer ausgebildet ist. In der intrafaszikularen Rinde, besonders an den beiden Flügeln des schwach abgeflachten Querschnittes, sind stellenweise lysigene Höhlungen im Entstehen begriffen. Die zentrale Markhöhlung ist noch grösser als bei d.

a: Der Vegetationskegel sowie die direkt unter ihm liegenden, meristematischen Gewebe erscheinen fast farblos. Etwas später tritt in der Epidermis mit den Trichomen eine schwache Hellbraunfärbung ein, ebenso in einigen Interzellularen des lockeren Rindengewebes. Die Bündelzone ist schwach gelblich gefärbt.

Der Vegetationskegel selbst ist frei von Stärke, dicht darunter setzt eine dichte Speicherung ein im Mark und in der Umgebung der Bündel; geringe Einschlüsse finden sich auch in der inneren Rinde. Im zentralen Mark nimmt die Menge bald erheblich ab, etwas auch auf der Unterseite. sodass sich in diesem Stadium auf der Oberseite am meisten findet.

b: Intensiv rotbraun gefärbt ist die Epidermis, etwas schwächer die Hypodermis, ebenso die parenchymatischen Elemente der Leitbündel, besonders die kambiale Zone. Ausser dem Mark, dessen zentrale Partieen abgestorben sind, weisen auch sämtliche übrigen parenchymatischen Gewebe eine schwache Braunfärbung auf, die peripher und in der Umgebung der Ge-

fässbündel am intensivsten ist. Die Bräunung hat gegenüber a erheblich zugenommen.

Stärke findet sich viel in den die einzelnen Bündel umschliessenden Stärkescheiden, besonders an den Seiten der Leitbündel, und zwar ist sie durchweg am unteren Zellende gelagert. Im Chlorophyllgewebe der Rinde, namentlich in den interfaszikularen Partieen findet sich feinkörnige Assimilationsstärke, wenig sehr feinkörnige, durch Jod braun gefärbte auch im Phloëm. Im ganzen zeigt sich eine Abnahme der Stärke gegenüber a, abgesehen von der Stärkescheide, aber es ist deutlich mehr vorhanden als im gleichen Stadium des Mai.

c: Der Gerbstoff hat an dieser Stelle sein Minimum, wie sich auch schon makroskopisch erkennen lässt. Die Bräunung ist noch ziemlich intensiv in der oberseitigen Epidermis, vor allem auch der Hypodermis; ziemlich schwach ist sie in wenigen peripheren Rindenpartieen. Im ganzen ist die Färbung etwas stärker als im entsprechenden Schnitt vom 14. 5. 14.

Stärke findet sich nur noch in der Stärkescheide in gleicher Menge wie bei b; einzelne Zellen sind vollkommen mit Stärke angefüllt. Es ist viel mehr als im Mai gespeichert.

d: In der Epidermis und Hypodermis der flacheren Oberseite ist die Bräunung etwas intensiver, sonst wie bei c.

Die Stärkemenge hat erheblich zugenommen. Ausser in der Stärkescheide findet sich ziemlich viel Stärke im gesamten parenchymatischen Gewebe der Rinde, besonders auf der Unterseite, und des peripheren Markes. In den peripheren Partieen der oberseitigen Rinde ist relativ wenig Stärke vorhanden, etwas auch im Siebteil der Bündel, sowie in der die Siebteile umgebenden Parenchymscheide. Der intrafaszikulare Holzring umgibt als stärkefreie Zone das Mark.

e: Intensiv braun gefärbt sind in dem abgeflachten, etwas zweiflügeligen Querschnitt das Mark, dessen zentrale Partieen abgestorben sind, die Markstrahlen und ein Teil der schwammigen Rinde, nach der Peripherie an Intensität abnehmend. Tief dunkelbraun sind die Stärkescheidezellen, besonders seitlich von den Gefässbündeln gefärbt. Die oberseitige Epidermis weist einen braun-grünen Inhalt auf. Die Bräunung ist wesentlich stärker als

im Mai, wo der untere Teil des Ausläufers auch makroskopisch nur eine sehr geringe Zunahme der Bräunungsintensität aufwies.

Stärke ist fast soviel als in d vorhanden. In der Rinde und der Umgebung der Gefässbündel zeigt sich eine deutliche Zunahme gegenüber dem vorigen Monat.

Ein Längsschnitt durch eine Knotenregion in der Mitte des Ausläufers zeigt gegen den Knoten hin eine stärkere Bräunung in Mark, Rinde und Bündelzone, als in den benachbarten Internodien.

Auch Stärke findet sich im Knoten mehr als in der Umgebung. Sie tritt hier auf im Mark, besonders aber in den Achseln austretender Blätter.

Im ganzen zeigt also dieses Entwicklungsstadium besonders in den ausgewachsenen Partieen eine erheblich intensivere Bräunung und im ganzen Ausläufer eine bedeutend stärkere Stärkespeicherung als das jugendliche Exemplar vom 14. 5. 14. Die Insertionsstelle zeigt, da es sich um einen Ausläufer 2. Ordnung handelt, ein etwas abweichendes Verhalten und ein Vergleich ist hier deshalb nur in beschränktem Masse möglich.

Gegenüber diesem auf einer sonnigen Wiese gewachsenen Ausläufer zeigt ein im Walde gewachsenes Exemplar von etwa gleicher Länge und der gleichen Internodienzahl in den entsprechenden Partieen eine wesentlich geringere Stärkespeicherung, in den ausgewachsenen Partieen, auch eine wesentlich weniger intensive Braunfärbung; doch bleiben die Unterschiede gegenüber dem Mai, wenn auch graduell etwas vermindert, sämtlich bestehen.

17. 7. 14.

Der 83 cm lange Ausläufer besteht aus 8 kräftigen Internodien, deren Länge in der Reihenfolge von der Spitze zur Basis 0,2—3.3—10,3—21,4—18,8—13,9—11,6—3,5 cm beträgt, und schliesst an der Spitze mit einer kurzen Endknospe ab. Die Knoten sind sämtlich bewurzelt und haben eine gut belaubte Blattrosette gebildet.

Schnitt a bis g: In 0,2—1,2—6—40—67—82—82,8 cm Entfernung von der Spitze.

Während in a die Gewebe noch mehr oder weniger meristematisch sind, sind sie in b bereits ziemlich weit differenziert, aber es ist noch alles zartwandig ausser einzelnen Gefässen in den 5 Leitbündeln. In c ist unter den noch fast unverdickten und unverholzten Faserbelegen der Aussenseite der Leitbündel deutlich wieder die Endodermis mit den Casparyschen Punkten zu erkennen, die bereits bei schwacher Vergrösserung sich als ein hellerer Ring aus dem umgebenden Gewebe abhebt. In d ist die Endodermis nicht mehr zu erkennen; nur auf der Innenseite der Gefässbündel, auf der die Verholzung wenig später einsetzt, lassen sich noch in wenigen Zellen dunkle Punkte wahrnehmen. Die Sklerenchymscheiden der Leitbündel sind bereits vollkommen fertig ausgebildet. Das Mark weist eine zentrale Höhlung auf. e gleicht in anatomischer Hinsicht d. Zwischen d und e zweigt an einem Knoten ein Seitenspross ab. In dem etwas abgeflachten Schnitt f ist die oberseitige Rinde bedeutend dicker als die der Unterseite. Ausser im zentralen Mark finden sich grössere Lakunen auch in der interfaszikularen Rinde. In g ist auf der Oberseite der grösste Teil der inneren Rinde abgestorben und zerfallen, unterseits sind die Gewebelücken bedeutend kleiner.

a: Die sämtlich noch meristematischen Gewebe des Querschnittes weisen nur in der Epidermis mit den daraufsitzenden Trichomen und in den vollkommen undifferenzierten Bündeln einen braunen Schimmer auf. Dieses Stadium findet sich nur in einem etwa 1 mm langen, in eine Knospe eingehüllten Internodium.

Stärke findet sich nur in sehr geringen Mengen und sehr feinkörnig in Rinde und Mark.

b: Eine intensive Bräunung tritt auf in den meisten Geweben des Querschnittes, besonders in der Umgebung der Leitbündel, die selbst in der kambialen Zone und im Vasasparenchym einen bräunlichen Schimmer aufweisen. Dunkelbraun sind Epidermis und Hypodermis gefärbt. Gegenüber a hat die Bräunung deutlich zugenommen.

Stärke findet sich mittelviel in der Stärkescheide, besonders an den Seiten der Gefässbündel. Im Vergleich zu a hat die Menge erheblich zugenommen, es ist aber bedeutend weniger vorhanden als am 19. 6. 14.

c: Der durch die Zone makroskopisch hellster Färbung geführte Schnitt zeigt noch geringere Braunfärbung als Schnitt c vom 19. 6. 14. Braun gefärbt sind nur noch die Epidermis und die oberseitige Hypodermis. Einen schwachen Hauch weisen wenige Zellen der Stärkescheide auf.

Stärke ist wesentlich weniger als im Juni, fast soviel als bei b vorhanden.

d: Gegenüber c hat die Bräunung wieder etwas zugenommen. Hier findet sich auch in der peripheren Rinde und in der Umgebung der Leitbündel, besonders in einigen Zellen der Stärkescheide, ein schwacher brauner Anflug; im ganzen wenig mehr als im Juni.

Stärke ist bedeutend mehr als bei c gespeichert. Sie findet sich mittelviel in der äusseren Rinde, weniger in den übrigen Rindenpartieen, ferner in der Umgebung der Leitbündel, besonders in der Stärkescheide. Auf der Unterseite liegt im ganzen mehr als auf der Oberseite. Die Hypodermis enthält ebenfalls Stärke, in der Epidermis nur die Schliesszellen der Spaltöffnungen. Das peripherste Chlorophyllgewebe der oberseitigen Rinde enthält keine oder nur sehr geringe Stärkeeinschlüsse unter der stark gebräunten Epidermis und Hypodermis. Gegenüber dem entsprechenden Stadium vom Juni ist besonders in der Stärkescheide eine geringere Speicherung zu konstatieren.

e und f: weisen keine prinzipiellen Unterschiede auf; sie bilden Übergangsstadien von d nach g Die Bräunung, ist besonders intensiv in der oberseitigen Epidermis und Hypodermis, während sie unterseits fast gänzlich fehlt. Ziemlich viel Gerbstoff findet sich auch in den Gefässbündeln, vor allem in vielen Zellen der Parenchymscheide, besonders seitlich von den Bündeln, stellenweise in der Kambiumschicht, sowie in einigen Partieen der in Verholzung begriffenen Faserbelege auf der Innen- und Aussenseite der Bündel. Intensiv braun gefärbt ist die Stärkescheide.

Die Stärkespeicherung beschränkt sich immer mehr auf die Unterseite des Ausläufers, proportional der Intensität der Bräunung der Oberseite.

g: Am unteren, etwas abgeflachten Ende des Ausläufers ist schon makroskopisch eine Dunkelbraunfärbung zu erkennen. Schwach braun gefärbt ist der grösste Teil der lockeren, mehr oder minder grosse Höhlungen aufweisenden Rinde, etwas intensiver die Epidermis und Hypodermis, besonders oberseits. Schwach gebräunt sind das periphere Mark, die breiten Markstrahlen, sowie das die Gefässbündel einschliessende Rindenparenchym. Etwas dunkler braun ist die Stärkescheide gefärbt.

Die Stärkemenge hat gegenüber d erheblich zugenommen; sie ist gespeichert im peripheren Mark, in den breiten Markstrahlen, in der unterseitigen Rinde, vor allem aber in der Umgebung der Gefässbündel. In der oberseitigen Rinde fehlt sie fast gänzlich.

In den jüngeren Partieen ist die Bräunung weniger intensiv als im Juni, besonders in der Region des Gerbstoffmaximums, was damit zusammenhängt, dass die Spitze wenig oder gar nicht mehr wächst. Dafür spricht auch die Beschränkung der meristematischen Zone auf eine nur 1—2 mm lange Endknospe. Am unteren Ende sind schon mehr Rindenpartieen abgestorben als im Juni; die gebräunte Zone erstreckt sich hier bedeutend weiter an der Achse hinauf.

Die Stärkemenge ist im ganzen Ausläufer erheblich geringer als im Juni, besonders in den mittleren Partieen, wo sich in der oberseitigen Rinde unter der sehr intensiv gebräunten Epidermis nur ganz geringe Mengen finden; nur in g, d. i. an der Insertionsstelle, nimmt sie plötzlich stark zu. Im ganzen steigt die gespeicherte Menge von der Spitze nach dem unteren Ende hin allmählich an; in c ist ein besonders im Vergleich zu den früheren Monaten nur sehr schwaches Minimum ausgeprägt.

14. 8. 14.

In diesem Monat wurden zwei Ausläufer untersucht:

1) Ein noch sehr jugendlicher, relativ spät ausgetriebener Ausläufer von 31 cm Länge weist ähnliche Verhältnisse auf wie in den früheren Monaten.

Der Gerbstoff hat in 4 cm Entfernung von der Spitze ein Minimum; die Bräunung ist in den meisten Partieen etwas intensiver als in dem am 17. 7. 14 untersuchten Exemplar.

Die Stärkemenge ist etwa die gleiche wie im vorigen Monat.

2) An das Entwicklungsstadium des im Juli untersuchten Ausläufers schliesst sich dagegen der zweite Ausläufer an. Von der vollkommen abgestorbenen und vertrockneten Mutterpflanze gehen zwei Ausläufer aus, die beide an der Spitze mit einer bewurzelten Rosette endigen, welche aus den jüngsten Knoten sich entwickelt hat, während das endständige, fruktifizierende Internodium bereits vertrocknet ist. Untersucht wurde der längste der beiden Ausläufer, der 3 fast gleichwertige, 16 cm lange, makroskopisch unregelmässig braun gefärbte Internodien besitzt. Die an den Knoten entstandenen, kräftigen Rosetten sind mehr oder minder selbständig geworden; von ihnen gehen im nächsten Jahre die neuen Ausläufer aus.

Schnitt a bis c: Durch die Mitte zweier Internodien und dicht an einer der bewurzelten Blattrosetten.

Der ganze Querschnitt a ist infolge grosser Gewebelücken in der interfaszikularen Rinde und im Mark zusammengeschrumpft und deformiert. Abgesehen von diesen abgestorbenen und zerfallenen Partieen sind noch die meisten Gewebe am Leben. Die Bündel sind von einem schwachen Holzring umgeben. Dasselbe anatomische Bild bietet b. In c hat der Absterbespross noch nicht so weit um sich gegriffen und es sind noch fast sämtliche Gewebe lebendig ausser den hier nicht sehr grossen Höhlungen in Rinde und Mark. Ein ziemlich kräftiger Holzring umschliesst die einzelnen Bündel.

a: Die noch lebenden Gewebe sind fast sämtlich gleichmässig intensiv gebräunt, auch die parenchymatischen Elemente vieler Leitbündel weisen eine leichte Bräunung auf.

Stärke findet sich ziemlich wenig in der Stärkescheide einiger noch besonders lebendiger Gefässbündel, geringe Einschlüsse auch in einem Teil der peripheren Rinde.

b: Infolge Verletzung der oberseitigen Rinde, durch die auch die Gefässbündel betroffen sind, hat sich ein grosszelliges, mit hellbraunem Inhalt gefülltes Kallusgewebe gebildet, in dem sich Phloëmelemente zu beiden Seiten und vor dem stark in die Dicke gewachsenen Holzkörper entwickelt haben. Im übrigen ist die Verteilung von Gerbstoff in den noch lebenden Geweben wie oben.

Stärke tritt nur noch spurenweise auf.

c: Die Epidermis und besonders die Hypodermis sind wenig intensiver gebräunt als bei a und b; die noch lebenden Gewebe der mittleren Rinde weisen nur eine schwache Bräunung auf, eine etwas intensivere die parenchymatische Umgebung der Leitbündel.

Stärke ist in geringen Mengen fast nur in einem Teil der peripheren Rinde zu finden.

Das Wachstum des Ausläufers hat also aufgehört und dieser beginnt abzusterben, was sich auch durch die intensive, gleichmässige Bräunung zu erkennen gibt.

Die Reservesubstanzen werden allmählich aus den die einzelnen, selbständig gewordenen Tochterpflanzen verbindenden Teilstücken des Ausläufers herausgenommen. Die noch lebendigen und grünen Partieen enthalten noch wenig Assimilationsstärke.

19. 10. 14.

An den meisten überwinternden Rosetten finden sich nur noch Reste des Ausläufers. Ein solches, 5,7 cm langes, besonders am organischen Ende intensiv braun gefärbtes Stück wurde geschnitten in a und b, d. h. in 0,2 und 5,5 cm Entfernung von der Blattrosette.

In a leben noch die Gefässbündel mit ihrer nächsten Umgebung, ferner die Epidermis, Hypodermis, wenige Partieen der peripheren Rinde und einige Zellen der mittleren Rinde. Im

übrigen sind alle Gewebe abgestorben und mehr oder weniger weit zerfallen. In b sind zwar noch mehr Gewebe vorhanden, d. h. nicht zerfallen, aber sie sind tot bis auf die Gefässbündel mit der sie umgebenden Rindenzellreihe. In einzelnen Bündeln beginnen aber auch schon die parenchymatischen Elemente des Sieb- und Holzteiles zu zerfallen. Ganz einzelne zerstreut liegende Zellen führen noch geringen Inhalt.

a: Besonders auf der Oberseite führt ein Teil der noch lebenden Gewebe tiefbraunen Inhalt. Auch in den Gefässbündeln beginnen sich einzelne parenchymatische Elemente zu bräunen. Auf der Unterseite ist die Bräunung schon zum Teil auf die Membranen übergegangen.

b: Die noch nicht zerfallenen Gewebe zeigen eine intensive Bräunung der Membranen, wenige Zellen führen noch braunen Inhalt. Die Leitbündel haben im allgemeinen noch eine ziemlich normales Aussehen, nur in einzelnen hat sich auch das Ploëm und das Vasalparenchym braun gefärbt und die Gewebe beginnen zu zerfallen. Einzelne Gefässe haben sich mit braunen Inhaltsmassen gefüllt.

Stärke ist in beiden Schnitten nicht mehr anzutreffen.

Wir haben es hier also mit typischen Absterbeerscheinungen zu tun. Nachdem die plasmatischen und Reservesubstanzen aus den Zellen herausgenommen sind, füllen sich diese mit braunen Inhaltsmassen, welche am organischen Ende auch die frei auslaufenden Gefässe verstopfen. Schliesslich verschwindet auch dieser Inhalt aus den Zellen und die Bräunung geht auf die Membranen über.

Zusammenfassung: Der sich sehr schnell entwickelnde Ausläufer besteht aus einem grosszelligen, parenchymatischen Grundgewebe, in dem eine Anzahl isoliert verlaufender Leitbündel liegen. Er hat nur eine relativ kurze Vegetationsperiode; bereits im Hochsommer stellt er sein Längenwachstum ein und in der unteren Hälfte leitet ein Zerfall des parenchymatischen Grundgewebes den Absterbevorgang ein. An mechanischen Geweben ist, abgesehen von den verholzten Xylemelementen, eine in den älteren Stadien ziemlich mächtige Sklerenchymscheide um die ein-

elnen Gefässbündel vorhanden, nur stellenweise auch ein schwach entwickelter, interfaszikularer Sklerenchymring, dessen Ausbildung nicht regelmässig mit dem Altern fortschreitet. Eben vor Entwicklung der Sklerenchymscheide tritt zwischen dieser und den Gefässbündeln eine Endodermis auf, die nach der vollkommenen Ausbildung der Faserbelege als solche nicht mehr zu erkennen ist. Sie geht also nicht hervor aus der Stärkescheide, welche bis zum Absterben des Ausläufers ihren parenchymatischen Charakter behält.

Gerbstoff findet sich in ganz geringen Mengen bereits in den meristematischen Geweben des Vegetationskegels und der darunter liegenden Spitzenpartieen. Parallel mit dem Beginn der Gewebedifferenzierung setzt er zuerst im Mark aus, dann auch in der Rinde und zuletzt in der Bündelzone, in der sich bald einzelne Gefässbündel isolieren. Unterhalb der Knospe beginnt dann plötzlich eine intensive Gerbstoffablagerung, besonders reichlich in den peripheren Partieen und zu beiden Seiten der Bündelzone, am geringsten im Mark, die allmählich, besonders im Innern, abnimmt bis zu einem zweiten Minimum, von wo sie allmählich wieder ansteigt bis zur Basis. Das absolute Gerbstoffmaximum liegt unterhalb der Knospe. In den älteren Partieen ist besonders die Oberseite bei der Ablagerung bevorzugt. Am Ende der Vegetationsperiode gleichen sich die Unterschiede etwas aus, bis der Absterbeprozess einsetzt, wobei sich der ganze Ausläufer ziemlich gleichmässig und intensiv bräunt. Schliesslich entleeren sich die Zellen von ihrem Inhalt, und die Membranen färben sich tiefbraun. Am längsten führen die Gefässbündel mit der umgebenden Stärkescheide plasmatischen Zellinhalt.

Die Stärkespeicherung setzt dicht unter dem selbst stärkefreien Vegetationskegel ein, nimmt aber in den jüngsten, noch undifferenzierten Internodien sofort wieder ab. Von hier aus geht die Rythmik der des Gerbstoffs parallel. Das absolute Stärkemaximum liegt an der Basis des Ausläufers. In der basalen Region beschränkt sie sich immer mehr auf die Unterseite. Anfangs steigt die gesamte Stärkemenge, ebenso wie der Gerbstoffgehalt, mit der Entwicklung des Ausläufers an. Haben sich an den Knoten selbständig gewordene, bewurzelte Blattrosetten

gebildet, so nimmt die Stärkemenge allmählich ab, zuerst in den mittleren Partieen der Internodien, bis sie schliesslich gänzlich fehlt.

Asarum europaeum L.

Schon im März beginnt die in der Achsel des obersten Laubblattes angelegte Endknospe auszutreiben. Während der Blütezeit, die bereits im April einsetzt, wächst das diesjährige Rhizomstück schnell heran und erreicht im Laufe des Juni bereits seine definitive Länge. Es besteht, abgesehen von den kurzen, von den Schuppenblattnarben begrenzten Internodien nur aus einem einzigen gestreckten Internodium, welches an seiner Spitze die beiden fast gegenständigen Blätter trägt. Der herablaufende Blattgrund des ältesten der beiden Blätter verursacht auf der Ober- und Unterseite des Internodiums zwei schwache Flügel, die sich anatomisch durch ein etwas stärkeres Rindencollenchym auszeichnen. Vom Juli bis zum Herbst wächst dann noch vor allem die Winterknospe, in der schon im Hochsommer die Blütenanlage für das nächste Jahr relativ weit entwickelt ist, bis zu einer erheblichen Grösse aus. Das Rhizom wird meist 6—8 Jahre alt, ist aber nur selten verzweigt. Relativ kräftige Adventivwurzeln können an allen Stellen hervorbrechen, nicht selten kommen sie aus den Achseln der abgefallenen Laub- oder Schuppenblätter.

Die Rinde, deren Mächtigkeit relativ zum Mark im Verlaufe des Rhizoms eine wechselnde ist (vgl. die Einzeluntersuchungen), besitzt in den peripheren Partieen einige Reihen kleinzelligen Collenchyms. Eine Stärkescheide ist besonders in den jugendlichen Partieen nicht deutlich abgesetzt, unterscheidet sich auch inhaltlich wenig von den umgebenden Schichten. An sie grenzen nach innen etwa 10 isolierte Gefässbündel an, deren Xylempartieen keilförmig in das Mark hineinragen und zahlreiche, ziemlich enge Gefässe führen. Bis in die spätesten Entwicklungs-

stadien hinein bleiben sämtliche Gewebe zartwandig und unverholzt. Nicht selten findet sich Anthozyan in den peripheren Partieen der oberseitigen Rinde.

Zur Untersuchung wurden Exemplare aus dem botanischen Garten genommen, die im Gegensatz zum natürlichen Standort im System auf einem relativ trocknen und sonnigen Boden wuchsen. Nur im Juni wurde auch ein im Walde auf feuchtem, schattigem Standort gewachsenes Explemplar untersucht.

22. 4. 14.

Das diesjährige Rhizomstück, an dessen unterem Ende noch die dunkelbraunen, meist abgestorbenen Schuppenblätter sitzen, ist bereits 1,2 cm lang und hellgrünlich gefärbt, während die übrigen Zuwachsstrecken von den Jahren 1908 bis 1913 eine dunkle Färbung besitzen. Es schliesst zwischen den beiden jungen Laubblättern mit einer Blüte ab, an deren Grunde bereits eine winzige, vegetative Knospe sichtbar ist.

Schnitt in der Mitte quer durch das junge Sprossstück.

Die Gewebe sind bereits vollkommen differenziert. Das Mark nimmt nicht ganz die Hälfte des gesamten Durchmessers ein.

Schwach gebräunt sind die Epidermis und das kleinzellige Rindencollenchym, in deren Zellen sich viele dunkelbraune, körnige Konkretionen, dazwischen Zellen mit gelblichem oder rötlichem Inhalt finden. Die Rinde ist fast gerbstoffrei, oberseits schwach grünlich gefärbt. In der inneren Rinde, sowie in der sich kaum abhebenden Stärkescheide, im Ploëm, im Xylem einiger Bündel, vereinzelt auch im peripheren Mark ist eine Bräunung wahrzunehmen. Vor vielen Bündeln liegen eine Reihe weitlumiger Zellen, welche schwach gelben Inhalt führen.

Ziemlich viel feinkörnige Stärke liegt im Mark, das sich nach Jodzusatz schon makroskopisch durch eine dunklere Färbung hervorhebt, etwas weniger in der inneren Rinde, von hier nach aussen hin abnehmend, sodass die äussere Rinde mehr oder minder stärkefrei ist. In der unterseitigen Rinde ist etwas mehr Stärke gespeichert als auf der Oberseite.

15. 5. 14.

Das blühende, diesjährige Rhizomstück von 1,8 cm. Länge schliesst sich an 2 noch lebende, letztjährige Zuwachsstrecken an. Es zeichnet sich vor diesen durch die hellbräunlich-grüne Färbung aus. 2 Adventivwürzelchen sitzen bereits am unteren Ende des diesjährigen Triebes.

Schnitt a bis d: Durch die wenige mm lange Spitze der Länge nach, quer durch die Achse direkt hinter den beiden Blättern, in der Mitte und am unteren Ende des diesjährigen Rhizomstückes.

Kurz unter der Spitze nimmt die Achse plötzlich sehr an Mächtigkeit ab und endigt mit einer schmalen Knospe, die einen relativ lang ausgezogenen Vegetationskegel einschliesst. In b ist der etwas abgeflachte Querschnitt schwach viereckig. Die Seite des Rhizoms, an der der Blattgrund des älteren der beiden Laubblätter herabläuft, ist etwas stärker entwickelt, zeigt vor allem eine etwas mächtigere Rinde. Das Mark nimmt etwa die Hälfte des Rhizomdurchmessers ein, in c etwas über $^1/_3$, in d nicht ganz $^1/_3$. Hinter den beiden Laubblättern haben die Gewebe sofort ihre endgültige Entwicklung erreicht und die Verhältnisse ändern sich nach dem unteren Ende nur noch wenig. Bis zur Insertionsstelle bleiben sämtliche Gewebe zartwandig. Unter der Epidermis, die bei d besonders auf der Unterseite in der Umgebung einer austretenden Wurzel stellenweise abgestorben und durch eine relativ mächtige Korkschicht ersetzt ist, liegt ein nicht sehr stark collenchymatisch verdicktes, 3—4schichtiges Hypoderm. Die subepidermale Zellreihe, sowie die Radialwände der übrigen dieser Schichten sind aber relativ zartwandig. Das sich ziemlich früh mehr oder weniger zu einem Ring schliessende Kambium entfaltet nur stellenweise eine geringe Tätigkeit.

a: Etwa 0,49 mm unterhalb der Kuppe des fast farblosen Vegetationskegels setzt im Mark eine ziemlich intensive Bräunung ein, die schnell ansteigt bis zu einem Maximum in der doppelten Entfernung von der Spitze, von wo sie dann allmählich wieder abnimmt. An der Stelle, wo sich das enge Mark plötzlich stark

erweitert und die Zellen bedeutend grösser werden, setzt die Gerbstoffablagerung völlig aus. An dieser Stelle sind die Markzellen stark radial gestreckt und weisen zahlreiche Querteilungen auf. In der kleinzelligen, gebräunten Markregion treten zerstreut eine Reihe grosser, farbloser Ölzellen hervor, daneben solche mit gelblichem Zellinhalt, sowie mit dunkelbraunen, körnigen Konkretionen. Die Bündelzone ist nur vor der Differenzierung der Elemente schwach gelblich gefärbt. Ähnlich wie im Mark ist es in der Rinde. Auch hier setzt eine Bräunung, die aber längst nicht so intensiv ist wie im Mark, unterhalb des Vegetationskegels ein und hört an der Verjüngungsstelle der Achse auf. In der inneren Rinde nimmt die Bräunung auch etwas ab, setzt aber nicht ganz aus. Innerhalb der Stärkescheide, an der Aussenseite des Bündelringes findet sich eine Schicht relativ grosser Zellen mit intensiv gelbem Inhalt, dessen Intensität ebenfalls in der Streckungsregion abnimmt. Es sind zumeist in Reihen angeordnete Parenchymzellen, die sich mit den übrigen Zellen stark strecken, in noch stärkerem Masse, als diese. Sie verlaufen auch in die tief dunkelbraunen Knospenschuppen, die ebenfalls nicht selten Ölzellen mit heller gefärbter Umgebung aufweisen und im übrigen mit dunkelbraunen Knospenhaaren besetzt sind.

Unter dem Vegetationskegel setzt im Mark noch vor Auftreten der Bräunung eine Speicherung feinkörniger Stärke ein, deren Maximum ungefähr mit dem des Gerbstoffs zusammenfällt. Mit dem Gerbstoff nimmt dann auch die Stärke etwas ab. Von der Verjüngungsstelle der Achse an, wo der Gerbstoffgehalt sein Minimum erreicht, wächst die Menge der hier grobkörnigeren Stärke stark an, bis an der Stelle, wo die Achse ihre definitive Mächtigkeit erlangt hat, alles schwarz ist von Stärke. Auch in der Rinde setzt unterhalb des Vegetationskegels eine wenn uuch nicht so intensive Stärkespeicherung ein, nimmt dann aber oberhalb der Streckungszone sofort wieder stark ab, um kurz darauf in der inneren Rinde am unteren Teile der Streckungszone wieder zuzunehmen und, wenn die definitive Dicke erlangt ist, sich ziemlich gleichmässig über die ganze Rinde zu verteilen. Die Speicherung ist jedoch nicht so stark wie im Mark.

b: Epidermis und das kleinzellige Rindencollenchym enthalten neben tief gebräuntem Zellinhalt noch dunkelbraune, körnige Konkretionen, die am unteren Zellende gelagert sind. Derartige körnige Massen finden sich in geringen Mengen auch in vielen der übrigen, sonst nur schwach, grünlich gefärbten Rindenzellen. In der inneren Rinde mit der Stärkescheide, die ohne scharfe und regelmässige Grenze in einander übergehen, tritt wieder eine Bräunung auf, daneben die dunklen, körnigen Konkretionen; manche von diesen Zellen weisen sekundäre, tangentiale Teilungen auf. Das Parenchym der Bündelzone ist bräunlich gefärbt, etwas heller als im April, das Vasalparenchym nur unansehnlich bräunlich-grau. Den Bündeln nach aussen vorgelagert findet sich eine Reihe meist kleinerer Zellen mit gelbem Inhalt. Das Mark ist farblos.

Die Bündelzone ist gänzlich, das Rindencollenchym fast stärkefrei. Sonst ist die Rinde gleichmässig mit ziemlich viel Stärke erfüllt. Beträchtlich mehr enthält das Mark. Die unterseitige Rinde enthält hier etwas weniger Stärke, besonders in einer Partie, in der die Zellen in Teilung begriffen sind.

c: Die Bräunung ist in ihrer Verteilung dieselbe, in ihrer Intensität etwas geringer als bei b.

Die Stärkemenge hat beträchtlich zugenommen. Die Rinde enthält besonders unterseits viel Stärke, noch mehr das Mark; hier sind sämtliche Zellen schwarz von Stärke. Die Bündelzone enthält keine, das Rindencollenchym fast keine Stärke.

d: Bräunung wie bei c, doch etwas schwächer. Ebenso hat die Intensität der den gelben Inhalt führenden Zellen abgenommen. Wenig geringer sind die Einlagerungen der körnigen Massen.

Stärkemenge im ganzen wie oben, nur in der Rinde hat die Menge weiter zugenommen. Nach der Peripherie hin nimmt sie etwas ab, besonders oberseits und an den Stellen, wo eine Korkschicht die Gewebe nach aussen abschliesst.

Im ganzen nimmt also der Gerbstoffgehalt, welcher nicht ganz so intensiv ist wie im April, nach dem unteren Ende hin

ab, nachdem er ein partielles Minimum in der Streckungszone überschritten hat.

Die Stärkemenge, welche erheblich grösser ist, als in dem am 22. 4. 14 untersuchten Exemplar, nimmt nach dem unteren Ende hin zu, nachdem sie ein Minimum ebenfalls in der Streckungszone überschritten hat.

19. 6. 14.

Untersucht wurde ein im Waldesschatten gewachsenes Exemplar, das infolge dessen bedeutend gestreckter, besonders auch stärkeärmer und mehr verzweigt und eine geringere Dicke besitzt. Das diesjährige 4 cm lange Rhizomstück schliesst sich an an etwa gleichlange Zuwachsstrecken der Jahre 1907 bis 1913. Von dem Jahrestrieb 1910 geht ein kräftiger, langer Seitenzweig ab, ebenso von dem vorjährigen Trieb. In der Gabelung der beiden endständigen Blätter liegt die wenige mm lange, vegetative Winterknospe.

Schnitt a bis d: Durch die Spitze längs, quer durch die Achse direkt hinter den beiden Laubblättern, in der Mitte und am unteren Ende des diesjährigen Triebes.

Die anatomischen Verhältnisse sind entsprechend dem im Mai untersuchten Exemplar. In dem etwas abgeplattet viereckigen Querschnitt b nimmt das Mark etwas über $^1/_2$ in den mehr abgerundeten Querschnitten c und d etwas mehr als $^1/_3$ des Rhizomdurchmessers ein.

a: Der Vegetationskegel zeigt ähnliche Verhältnisse wie im Mai. Die Bräunung reicht jedoch nicht so hoch zur Kuppe hinauf, sondern setzt etwa in der doppelten Entfernung von dieser ein und erstreckt sich über eine kürzere Zone. Die beiden jüngsten Blattanlagen für das nächste Jahr sind wie der Vegetationspunkt schwach gelblich, die Knospenschuppen dunkelbraun gefärbt. In der Rinde tritt die Bräunung parallel mit der im Mark auf, nur nicht ganz so intensiv. Ziemlich dicht unter der Spitze treten auch wieder die Zellreihen mit dem intensiv gelb bis orange gefärbten Inhalt auf.

Nach der Abnahme des ziemlich erheblichen Stärkemaximums im Mark nimmt die Menge allmählich nur wenig wieder zu. In der Rinde finden sich unterhalb des Minimums grössere Stärkemengen nur in der Umgebung der Bündelzone.

b: Die Bräunug ist wesentlich intensiver als im Mai. Ein unansehnlich bräunlicher Farbton findet sich im ganzen Querschnitt, besonders peripher in Epidermis und Rindencollenchym; in den mittleren Rindenpartieen etwas weniger, in der inneren Rinde dagegen wieder stärker, besonders vor den Gefässbündeln, wo stellenweise sekundäre Zellteilungen eingetreten sind. Vor den Bündeln, sowie vereinzelt auch im Ploëm liegen Zellen mit gelblichem oder rötlich-gelbem Inhalt, der hier aber nicht so sehr hervortritt; stellenweise ist in den grossen Zellen überhaupt kein gefärbter Inhalt mehr wahrzunehmen. Das Mark ist intensiver gebräunt als die Rinde. Körnige Konkretionen treten, wie im Mai, in den peripheren Partieen, in vielen Rindenzellen und im Ploëm auf.

Stärke ist wesentlich weniger als im Mai gespeichert. In der inneren Rinde und im Mark liegt ziemlich viel.

c: Bräunung im ganzen wie bei b, nur wenig schwächer.

Stärke noch dieselbe Menge wie bei b, erheblich weniger als im Mai.

d: Der Gerbstoffgehalt hat weiter etwas abgenommen. Die farblosen Zellen der Endodermis sind zahlreicher geworden. Besonders das Mark ist weniger braun gefärbt; darin liegen zahlreiche Zellen mit stark lichtbrechendem, öligem Inhalt, wie sie auch schon im Mai auftreten. Diese Zellen speichern Jod in beträchtlichen Mengen.

Gegenüber c ist eine Zunahme der gespeicherten Stärkemenge wahrzunehmen. Sie liegt in denselben Regionen, in der äusseren Rinde nur wenig.

Ähnliche Verhältnisse weist ein im Garten gewachsenes Exemplar auf; nur ist die Stärkespeicherung bedeutend intensiver, noch stärker als in dem im Mai untersuchten Exemplar.

Im ganzen hat also sowohl der Gerbstoff als auch die Stärkespeicherung gegenüber dem am 15. 5. 14 untersuchten

Exemplar deutlich zugenommen. Die Intensität der Bräunung nimmt nach dem unteren Ende hin ab, die Stärkemenge zu.

16. 7. 14.

Schon makroskopisch zeichnet sich dieses Entwicklungsstadium gegenüber den vorigen durch einen dunkler braunen Farbenton aus. Das 2,8 cm lange Sprossstück schliesst ab mit einer 0,6 cm langen Endknospe, die schon die Anlage der Blüten für das nächste Jahr enthält. Am Grunde dieser Blütenanlage, die sich in dem am 19. 6. 14 untersuchten Entwicklungsstadium bereits durch die starke Streckung des Vegetationskegels vorbereitete, sitzt der ebenfalls von der Knospe eingeschlossene, sympodial angelegte, winzige Vegetationspunkt, der nur sehr schwer aufzufinden ist.

Schnitt a bis c: Durch die kurze Knospenachse direkt über den beiden Laubblättern, sowie in 1,2 und 2,6 cm Entfernung von der Spitze.

In a nimmt das Mark nicht ganz $^1/_3$ des gesamten Durchmessers ein. Die eine Seite ist noch von dem Grunde einer Knospenschuppe umgeben. Die einzelnen Gewebe sind sehr wenig von einander geschieden und gehen allmählich in einander über vor allem wegen des Fehlens jeglicher mechanischer Gewebe. Das Kambium hat sich zum Teil schon zu einem noch mehrere interfaszikulare Lücken aufweisenden Ring vereinigt, weist aber nur erst wenige tangentiale Teilungen auf. Die periphere Rinde ist nur sehr schwach collenchymatisch. In b ist das Rindencollenchym etwas stärker entwickelt. Das Mark nimmt fast $^2/_3$ des Rhizomdurchmessers ein. Der Kambiumring ist geschlossen, und die Bündel sind fertig entwickelt. In c tritt in peripheren Partieen stellenweise Kork auf, zum Teil in mächtigen Lagen. Ein breiter Kambiumring trennt das Mark, das die Hälfte des Rhizomdurchmessers einnimmt, von der Rinde.

a: Ziemlich intensive Bräunung in der Epidermis und den collenchymatischen Rindenschichten, nach der Mitte zu etwas abnehmend. Die mittlere Rinde ist sehr schwach, die innere Rinde wieder etwas intensiver gebräunt. Der Bündelzone vorgelagert

sind die grossen Zellen mit dem gelben oder rötlichen Inhalt, deren Färbung sehr intensiv ist wegen der Nähe der Spitze (vgl. 15. 5. 14 a:). Sie bilden nicht ganz einen zusammenhängenden Ring, manchmal in mehreren Reihen hintereinander. Im Phloëm liegen auch mehrere etwas kleinere derartige Zellen, einzelne auch im Mark. Phloëm und Xylem sind intensiv gebräunt, das Mark nur schwach; ganz vereinzelte Ölzellen treten darin auf.

Ziemlich viel Stärke liegt im Mark und in der Rinde ausser den peripheren Partieen.

b: Die Bräunung hat bedeutend abgenommen. Unter der dunkelbraunen Epidermis liegen einige intensiv gebräunte, schwach collenchymatische Rindenschichten, verstreut darin einzelne gelbe und rötliche Zellen. Die mittlere Rinde selbst ist fast farblos oder weist einen schwach bräunlich-grünen Schimmer auf; die inneren Rindenschichten sind wieder etwas gebräunt. Zahlreiche Ölzellen liegen in Mark und Rinde. Vor und in den Bündeln sind die Zellen mit gelbem Inhalt nicht mehr so zahlreich wie bei a und nicht mehr ganz so intensiv gefärbt. Neben diesen kommen im Phloëm und im interkribralen Parenchym Zellen mit dunkelbraunen, körnigen Konkretionen vor.

Das Mark ist ganz voll Stärke, ebenso die etwas mächtigere unterseitige Rinde; die peripheren Partieen der oberseitigen Rinde enthalten etwas weniger.

c: Im Innern ist die Bräunung noch fast dieselbe. Peripher hat sie meist zugenommen, besonders an den Stellen, wo die Epidermis durch eine mehr oder weniger mächtige, braune Korkschicht ersetzt ist, unter der auch die Rinde gebräunt ist. Im allgemeinen ist die intensive Bräunung von aussen weiter in die Rinde eingedrungen. Im braunen Rindencollenchym mit den dunklen, körnigen Konkretionen liegen vereinzelte Zellen mit gelbem Inhalt, ebenso in der Stärkescheide, sowie im Phloëm. Im übrigen sind Holz- und Siebteil nur noch sehr schwach gebräunt. Kambiale Zone und Mark sind farblos. Zahlreiche Ölzellen liegen in Mark und Rinde. Die Region einer austretendeo Wurzel ist intensiv braun gefärbt, in sie verlaufen auch einige Reihen von gelben Zellen. Grosse Massen dunkelbrauner Tröpfchen finden sich an der Austrittsstelle in fast allen Zellen.

Stärke ebensoviel wie bei b.

Die Bräunung nimmt von der Spitze her allmählich ab, am unteren Ende wird sie besonders in den peripheren Partieen wieder etwas intensiver. Gegenüber dem vorigen Monat ist eine Zunahme der Intensität zu konstatieren.

Abgesehen von der Knospenregion, die nicht soviel Stärke enthält, sind sämtliche Gewebe voll Stärke; es ist noch etwas mehr gespeichert als im Juni.

13. 8. 14.

Der 3,5 cm lange, diesjährige Spross trägt an seinem vorderen Ende eine 1 cm lange Knospe. Aus der Achsel eines der abgefallenen Schuppenblätter am unteren Ende zweigt eine etwa gleichlange Seitenknospe ab.

Schnitt a bis d: Durch die Endknospe der Länge nach, durch die kurze Knospenachse über den beiden Laubblättern und in 1,5 und 3,3 cm Entfernung von der Spitze.

In b und d nimmt das Mark etwas über $^1/_3$, in c etwa $^1/_2$ des gesamten Durchmessers ein; sonst ist das Rhizom wie das im Juli untersuchte gebaut.

a: Unterhalb der jungen Blüte sind die Verhältnisse naturgemäss etwas andere wie am Vegetationskegel; sie sollen hier nicht genauer untersucht werden. Unter der Blütenanlage tritt auch eine ziemlich intensive, grünlich-braune, diffuse Färbung auf, die in der Streckungszone verschwindet. In der noch nicht gestreckten Blütenachse und in dem darunter liegenden, in Streckung begriffenen Internodium sind die intensiv rötlich gefärbten Zellen besonders prägnant. Die Ölzellen treten etwas unterhalb der Streckungszone auf.

Unter der Blütenanlage haben wir ein intensives Stärkemaximum im Mark. Nach Überschreitung eines Minimums nimmt die Menge bald wieder zu, und hat die Achse ihre definitive Ausbildung und Mächtigkeit erlangt, so ist das ganze Mark voll grobkörniger Reservestärke. In der Rinde nimmt die Menge von der Spitze her allmählich zu, zuerst in der inneren Rinde. Ist der Querschnitt fertig ausgewachsen, so ist in Mark und unter-

seitiger Rinde das gesamte Parenchym gleichmässig voll; auf der Oberseite liegt besonders peripher etwas weniger.

b: Die Bräunung ist etwas geringer als in a vom 16. 7. 14, da die geschnittene Partie nicht mehr ganz so jugendlich ist. Die rötlichen Zellen sind nicht mehr so zahlreich wie im Juli, aber fast ebenso intensiv gefärbt. Die peripheren Partieen sind intensiv gebräunt und enthalten dunkle, körnige Konkretionen, nach innen an Intensität abnehmend und schliesslich in die einen schwachen, bräunlich-grünen Schimmer aufweisende Rinde übergehend. Die innere Rinde ist wieder intensiver gefärbt, darin treten wieder die körnigen Einlagerungen auf, ebenso in vereinzelten Stärkescheidezellen und im Siebteil. Das Mark ist im grossen und ganzen farblos; Phloëm und Xylem sind grünlichbraun gefärbt.

Die Stärke ist in gleicher Menge und Verteilung wie am unteren Ende des oben beschriebenen Längsschnittes vorhanden.

c: Das etwas stärker als bei b entwickelte Collenchym ist intensiv braun gefärbt und enthält dunkle, körnige Massen. Die Rinde ist nur etwas grünlich gefärbt, sonst farblos. Die innere Rinde ist wieder etwas bräunlich. Die gelben Zellen sind nicht mehr so intensiv gefärbt und nicht mehr so zahlreich wie bei b. Dunkelbraune, körnige Massen treten auch im Phloëm, in vielen Zellen der Stärkescheide und im interkribralen Parenchym auf. Im übrigen sind Sieb- und Holzteil nicht sehr intensiv braun gefärbt. Eine Reihe von Ölzellen liegt in Rinde und Mark.

Die Stärkemenge zeigt dieselbe Verteilung wie bei b, ist nur noch grösser. Im Holzparenchym liegt weniger und feinkörnigere Stärke. Epidermis und Collenchym enthalten fast nichts.

d: Die Bräunung ist im grossen und ganzen wie bei c. Die peripheren Partieen sind brauner gefärbt; zum Teil werden sie durch mit schwarzbraunen Massen imprägnierte Korkschichten nach aussen abgeschlossen. Zahlreiche Ölzellen liegen in Mark und Rinde. Die mittlere Rinde ist besonders oberseits grünlich gefärbt. Die zu einem Ring geschlossene kambiale Zone sowie das Mark sind farblos. In der Stärkescheide und im Phloëm liegen wieder gelbe und rote Idioblasten, sowie körnige Massen.

Stärke wie bei c. Nur die periphere Rinde enthält weniger, nach aussen nimmt die Menge in der Rinde etwas ab.

Die Gerbstoffmenge ist also in den oberen Partieen im wesentlichen dieselbe wie im Juli, nur die älteren Partieen sind, besonders peripher, etwas dunkler gefärbt.

Die Stärkemenge ist im ganzen ebenso gross wie im Juli.

19. 10. 14.

Zwischen den beiden Laubblättern, von denen eins schon zum Teil abgestorben ist, schliesst die grosse, 1,2 cm lange Winterknospe das 3,1 cm lange, diesjährige Rhizomstück ab, das die Fortsetzung bildet von 6 älteren, etwa gleichlangen Jahrgängen.

Schnitt a und b: Quer die Knospenachse und durch die Mitte des gestreckten Internodiums.

Der anatomische Bau ist ähnlich dem der früheren Stadien. Das untere Ende unterscheidet sich von dem oberen nur durch die etwas stärkere Ausbildung des Rindencollenchyms und die geschlossene Kambiumzone. In a nimmt das Mark nicht ganz $^1/_3$, in b über $^1/_2$ des Rhizomdurchmessers ein. In a ist ein Schuppenblatt am Grunde mit getroffen, in seiner Achsel liegt eine kleine, tief braun gefärbte Knospe.

a: Dunkelbraun gefärbt ist die Epidermis und Hypodermis, die Intensität der Bräunung nimmt nach der mittleren, bräunlichgrün gefärbten Rinde hin ab, die innersten Zellreihen der Rinde sind wieder intensiver gebräunt, ebenso die Stärkescheide. Körnige Konkretionen finden sich in geringen Mengen in den peripheren Partieen. In der Stärkescheide sind wieder die grossen Zellen vorhanden, doch führen sie nur selten gelben Inhalt. Einzelne Ölzellen treten in Rinde und Mark auf. Gebräunt sind auch Sieb- und vor allem Holzteil. Auch das Mark ist ziemlich intensiv braun gefärbt, jedenfalls noch intensiver als die Rinde.

Stärke findet sich ziemlich viel im Mark in gleichmässiger Verteilung, ebensoviel liegt in der inneren Rinde; nach aussen nimmt die Menge besonders oberseits etwas ab, sodass in der

oberseitigen, peripheren Rinde Stärke mehr oder weniger gänzlich fehlt.

b: Im ganzen hat der Gerbstoff, wenigstens im Innern, gegenüber a abgenommen. Schwarz-braun infolge grosser Massen körniger Ausscheidungen sind Epidermis und Hypodermis, besonders oberseits. Zahlreiche Ölzellen finden sich in Rinde und Mark. Die Intensität der Bräunung nimmt oberseits nur wenig nach der Mitte ab; unterseits ist sie auf die Epidermis und das 3- bis 4reihige, kleinzellige Rindencollenchym beschränkt, sowie auf die Region einer austretenden Wurzel. Schwach gebräunt ist die Kambiumzone, wenig intensiver das Phloëm, mehr noch das Xylem.

Stärke sehr viel im Mark, nicht ganz soviel im Holz- und Siebparenchym. Ebensoviel wie im Mark liegt in der inneren Rinde; in den übrigen Rindenpartieen auf der Unterseite wenig geringere Mengen, oberseits bedeutend weniger.

Der Gerbstoffgehalt hat also gegenüber dem 13. 8. 14 in den älteren Teilen, besonders peripher, weiter zugenommen.

Wie im August sind sämtliche parenchymatischen Gewebe mit Stärke erfüllt.

Zusammenfassung: An mechanischen Elementen tritt in dem auch in den älteren Stadien aus wenig scharf gegeneinander abgesetzten Geweben bestehenden Rhizom nur ein ziemlich schwach entwickeltes Rindencollenchym auf, sonst bleiben sämtliche Gewebe zartwandig und unverholzt. Das sekundäre Dickenwachstum beschränkt sich auf wenige tangentiale Teilungen des in den älteren Entwicklungsstadien meist zu einem Ring geschlossenen Kambiums. Kork tritt nur stellenweise in unregelmässiger Verteilung auf, besonders bei den dem System des botanischen Gartens entnommenen Exemplaren, hier zum Teil in ziemlich mächtigen Lagen.

Der Gerbstoff, der uns bei diesem Objekt in Form einer unansehnlich grünlich-braunen Ausfällung, zum Teil auch dunkler, körniger Konkretionen entgegentritt, setzt dicht unter dem Vegetationskegel ein, erreicht bald ein beträchtliches Maximum und

verschwindet dann plötzlich in der Streckungszone, die morphologisch durch eine erhebliche Verjüngung der Achse ausgezeichnet ist, fast gänzlich, wächst unterhalb dieser Zone mit der weiteren Differenzierung der Gewebe ziemlich rasch wieder an, um dann nach der Basis hin wenig abzunehmen. Im Laufe der Vegetationsperiode nimmt die Intensität der Gerbstoffällung anfangs etwas ab bis zur vollständigen Entfaltung und Entwicklung des aus der Knospe hervorbrechenden Sprosses, von hier ab wächst sie dann allmählich an, besonders in der basalen Region.

Eine dem Gerbstoff fast parallele Rythmik zeigt die Stärke, die im ganzen in beträchtlicher Menge gespeichert wird und ebenfalls in der Streckungszone ein sehr scharf ausgeprägtes Minimum hat. Das absolute Maximum liegt an der Basis. In den älteren Stadien ist in der unterseitigen Rinde beträchtlich mehr gespeichert als in der oberseitigen; das Mark enthält durchweg mehr Stärke als die Rinde. Bis zum Juli nimmt die Stärkemenge immer mehr zu, von hier ab sind bis zum Herbst, abgesehen von der Knospenregion, alle parenchymatischen Gewebe mit Stärke erfüllt.

Ergänzend mag noch hinzugefügt werden, dass nach Michel die Stärkemenge vom Mai bis zum Oktober beständig ansteigen soll, wobei jedoch die Verteilung auf die einzelnen Jahreszuwachsstrecken und innerhalb derselben auf die verschiedenen Gewebe eine verschiedene ist. Im übrigen dürfte der rötlich-gelbe Inhalt der besonders prägnant in der Spitzenregion und im Blütenstiel an der Aussenseite der Bündelzone auftretenden Zellen wohl identisch sein mit der von Michel im Siebteil gefundenen Substanz, die beim Schneiden des frischen Materials an der Luft braunschwarz wird.

Veronica Beccabunga L.

Der Habitus der untersuchten Exemplare weicht wegen des aussergewöhnlich trocknen Standortes im System des botanischen Gartens ziemlich erheblich von dem gewöhnlichen Habitus der

Wasserpflanze ab. Die im ganzen weniger kräftig entwickelte, in wagerechter Richtung auf dem Boden hinkriechende Achse, die Anfang Mai auszutreiben beginnt, ist nur in der Fruktifikationsperiode am vorderen Ende aufgerichtet. Die Knoten sind sämtlich belaubt und bewurzeln sich ziemlich früh. Unter der keine Spaltöffnung führenden Epidermis liegt eine sehr lockere und schwammige Rinde. Die daran anschliessende Stärkescheide hat meist durch tangentiale Teilungen mehrere parenchymatische Zellreihen der Rinde angegliedert; die innerste dieser Zellreihen wird später zur Endodermis. In der Gefässbündelzone verlaufen entsprechend der dekussierten Blattstellung zwei breite, sichelförmige Leitbündel, die durch einen interfaszikularen, verholzten Prosenchymstreifen, über den sich auch das Phloëm hinzieht, zu einem geschlossenen Ring vereinigt werden. Im Primärholz finden sich auch in den älteren Entwicklungsstadien nur Schraubengefässe. Das bis ins höchste Alter solide Mark nimmt etwa die Hälfte des Rhizomdurchmessers ein, in der Mitte, wo der Ausläufer seine grösste Mächtigkeit hat, etwas mehr. Die Symmetrie der Achse wird nur gestört in der Region, wo sich der Ausläufer im Juni und Juli bogenförmig aufrichtet; hier ist das Mark etwas excentrisch nach oben verlagert. Chlorophyll liegt in sämtlichen parenchymatischen Geweben des Ausläufers, in den niederliegenden Partieen besonders in der oberseitigen Rinde. Die jugendlichen Entwicklungsstadien sind ganz, späterhin vor allem das untere Ende durch Anthozyan violett gefärbt, meist auch die Spitze und die Knotenregionen.

6. 5. 14.

Die sehr zarte, 8,8 cm lange, vollkommen oberirdisch kriechende Achse ist durch Anthozyan violett gefärbt und trägt bereits an sämtlichen Knoten in dekussierter Stellung 2 junge Blättchen. Das 2 cm lange, untere Ende hat überwintert und an der Ansatzstelle des diesjährigen Triebes 2 kräftige Wurzelbüschel geschlagen. Die Spitze sowie das untere Ende sind nach der Konservierung in Kaliumbichromat braun gefärbt, während die mittlere Partie nur sehr schwach bräunlich-grün erscheint. Die Dicke

der Achse nimmt vom oberen und unteren Ende nach der Mitte hin zu.

Schnitt a bis c: Durch die Spitze längs, und quer in der Mitte und an der Insertionsstelle des Rhizoms.

In der Spitzenregion unterscheiden sich die Knoten von den Internodien durch eine dichtere und kleinzelligere Struktur des Rinden- und Markgewebes. In der Achsel des zweitjüngsten Blattpaares liegen die Anlagen zweier Inflorescenzen. Querschnitte durch diese Region zeigen bereits eine Menge enger Gefässe im Bündelring, ganz oben nur an zwei Seiten, den beiden sichelförmigen Blattspuren; weiter unten mehr oder weniger im ganzen Umfang. Rinde und Mark sind sehr locker gebaut. In b hat das sekundäre Dickenwachstum schwach eingesetzt, besonders an den beiden, die Blattspuren führenden Seiten. Abgesehen von den Gefässen sind noch alle Gewebe unverholzt und zartwandig. Das Mark nimmt etwa $^1/_3$ des Durchmessers ein. In c umgibt ein geschlossener, noch nicht sehr mächtiger Holzring, der in der ziemlich beträchtlichen, sekundären Zuwachszone eine grosse Anzahl von Gefässen enthält, das Mark, welches bis auf etwa $^1/_8$ des Durchmessers reduziert ist. Die Endodermis, deren Zellen meist eine sekundäre, radiale Teilwand aufweisen, lässt in ihren Radialwänden deutlich Casparysche Punkte erkennen.

a: Eine ziemlich intensive Bräunung setzt dicht unter der Kuppe des Vegetationskegels in den inneren Markpartieen und den beiden jüngsten, seitlich inserierten Blattwülsten ein, während die übrigen Gewebe des Vegetationskegels gleichmässig hellbraun gefärbt sind. Eine ebenso intensive Färbung findet sich in gleichmässiger Verteilung im ersten, noch vollkommen meristematischen Internodium in Mark und Rinde. Im zweiten hellt sich das zentrale Mark und die mittlere Rinde etwas auf, während die peripheren Partieen und die beiderseitige Umgebung der Bündelzone intensiv gebräunt bleiben. Diese Verteilung erhält sich durch mehrere von den jugendlichen Blättern noch vollkommen eingehüllte Internodien hindurch. Die Knotenregionen zeichnen sich in Mark und Rinde durch eine etwas prägnantere Bräunung aus. Die jugendlichen Blattanlagen sind peripher intensiv, im Innern hellbraun gefärbt. Die noch ungestreckten Blütenachsen sind

gleichmässig intensiv gebräunt, ebenso die in den Achseln der jugendlichen Blätter sitzenden gabelförmigen Trichome.

Im ersten Internodium setzt im Mark eine geringe Ablagerung feinkörniger Stärke in fast allen Geweben ein, die allmählich anwächst, vor allem im Mark und in der inneren Rinde mit der Stärkescheide. In der Rinde, wo sie etwas später einsetzt, bleibt sie stets geringer als im Mark. Die Knoten enthalten etwas mehr Stärke als die benachbarten Internodien.

Dieselben Verhältnisse lassen Serienquerschnitte durch die Spitzenregion erkennen: Direkt unter dem Vegetationskegel sind die meristematischen Gewebe der Rinde und des Markes ziemlich intensiv braun gefärbt, die zwischen ihnen liegende Zone weist nur einen schwachen, bräunlichen Schimmer auf. Haben sich die Gewebe differenziert, so findet sich eine leichtere Bräunung in sämtlichen Geweben des Querschnittes, am intensivsten in der Epidermis, sowie in der inneren Rinde und im peripheren Mark. Noch etwas weiter nach unten nimmt die Bräunung wenig zu. Dunkelbraun ist die Epidermis vor allem der Oberseite gefärbt, die der Unterseite grünlich-braun. Eine etwas schwächere Braunfärbung weisen die Hypodermis der Oberseite, das Holzparenchym mit den angrenzenden peripheren Markpartieen, die ohne scharfe Trennung allmählich ineinander übergehen, die Markstrahlen und der Phloëmring auf.

Stärke findet sich in den ganz jugendlichen Partieen ziemlich wenig im gesamten Querschnitt ausser der Bündelzone, besonders im peripheren Mark und in der Stärkescheide mit der angrenzenden inneren Rinde, sie färbt sich durch Jodjodkalium bräunlich. Etwas unterhalb dieser Zone ist in der Stärkescheide und den von ihr gebildeten Rindenzellreihen ziemlich viel durch Jodzusatz sich schwarz färbende Stärke gespeichert, während im Vasalparenchym und angrenzenden peripheren Mark wenig mehr sich braun-violett färbende Stärke liegt. Im übrigen Mark und in der Rinde ist nur noch sehr wenig wahrzunehmen.

b: Hellgelbbraun gefärbt ist nur noch die Epidermis der Oberseite. Das Holzparenchym weist einen gelben Schimmer auf.

Fast soviel Stärke als am unteren Ende von a findet sich in der Stärkescheide. Nicht ganz soviel liegt in der obersei-

tigen Rinde, noch weniger, sich braun färbende im Mark. In der unterseitigen Rinde sind nur wenige feine Körnchen anzutreffen.

c: Ein tiefbrauner Inhalt tritt auf in der oberseitigen Epidermis; hellbraun gefärbt sind die Epidermis der Unterseite, auf der Oberseite die Hypodermis und einige periphere Rindenzellen, ebenso die meisten Zellen der Endodermis, das Parenchym des Primärholzes und das stellenweise verletzte, gering mächtige Mark ausser einigen grossen Zellen im Innern. Eine Bräunung weisen auch die eine Wundstelle in der Rinde umgebenden, parenchymatischen Elemente auf.

Die Stärkemenge hat gegenüber b erheblich zugenommen. Es finden sich Einschlüsse im Chlorophyllgewebe der Rinde, auch das Mark enthält wenig Stärke. Epidermis, Endodermis und Bündelzone sind stärkefrei.

Es ist also in b, d. h. der Mitte des Ausläufers, ein deutliches Minimum an Gerbstoff.

Die Stärkemenge, die sich anfänglich in gleicher Verteilung über den ganzen Querschnitt findet, nimmt zuerst in der Rinde und im zentralen Mark etwas ab, während in der Stärkescheide, der benachbarten inneren Rinde und im peripheren Mark erhebliche Mengen von Reservestärke auftreten, die nach dem unteren Ende allmählich abnehmen. Dazu tritt bald auch in der Rinde ziemlich viel grobkörnige Assimilationsstärke auf, sodass wir in der Mitte des Ausläufers ein geringes Maximum an Stärkespeicherung haben. Nach dem unteren Ende nimmt die Stärkemenge wieder ab; aus der zur Endodermis umgewandelten Stärkescheide verschwindet sie gänzlich.

18. 6. 14.

Ein 33,6 cm langer, sehr kräftiger Ausläufer hat sich an seinem vorderen Ende 14 cm weit aufgerichtet und trägt an diesem Teil in der Achsel eines jeden der gegenständigen Blätter eine aufgeblühte Inflorescenz. Die 4 niederliegenden Knoten sind bewurzelt. Die Spitzenpartieen, sowie das untere Ende und die

Knotenregionen sind dunkelbraun gefärbt gegenüber den bräunlich-grünen Internodien der mittleren Partieen.

Schnitt a bis d: Der Länge nach durch den Vegetationskegel und quer durch die Achse in 1 – 14—33 cm Entfernung von der Spitze.

In b hat bereits das sekundäre Dickenwachstum eingesetzt und im Bündelring zahlreiche Radialreihen von nicht sehr weiten Gefässen entstehen lassen. Verdickt und verholzt sind jedoch nur erst die primären Gefässe. Die Hypodermis ist schwach collenchymatisch verdickt. Das Mark nimmt nicht ganz die Hälfte des Durchmessers ein. In c ist durch das sekundäre Dickenwachstum, besonders an den beiden die Blattspuren führenden Seiten, ein aus relativ stark verdickten und verholzten Elementen bestehender Holzring gebildet, der die netzförmig gebaute Rinde vom Mark trennt und nur in den intrafaszikularen Partieen zahlreiche Gefässe führt. Das Mark macht $^3/_5$ des Durchmessers aus, der hier doppelt so gross ist als bei b und d. In dem nur sehr kleinen Querschnitt d hat ein ziemlich mächtiger Holzring mit sehr vielen Gefässen das Mark auf kaum $^1/_7$ des Durchmessers reduziert.

a: Direkt unter dem schwach geblichen Vegetationskegel, in dem sich noch stärker als im Mai die zentralen Markpartieen und die beiden jüngsten, seitlichen Blattwülste durch einen intensiver braunen Farbton hervorheben, setzt eine ziemlich intensive Bräunung ein in dem ersten, noch unentwickelten, von den jungen Blättern eingehüllten Internodium, ebenso in den jungen Blattanlagen und den Knospenhaaren. Vom zweiten Internodium ab zeigt sich in Rinde und Mark eine diffuse, leichtere Bräunung, die zu beiden Seiten der Gefässbündelzone, sowie in der Epidermis und Hypodermis am intensivsten ist. In den Knoten tritt in den hier mehr oder weniger lückenlos aneinander schliessenden Mark- und Rindenzellen eine intensivere Bräunung auf.

Stärke findet sich in sehr geringen Mengen schon in geringer Entfernung vom Vegetationskegel, besonders in den Knoten.

b: Schwach gebräunt ist die Rinde, wenig mehr das Mark, intensiv die Epidermis, etwas schwächer die Hypodermis, der Kambiumring, die Markstrahlen und das Holzparenchym mit dem

angrenzenden peripheren Mark. Die Bräunung ist etwas intensiver als im gleichen Stadium vom 6. 5. 14.

Stärke findet sich in der Stärkescheide und geringen, angrenzenden Rindenpartieen ziemlich viel; in der übrigen Rinde liegen nur sehr geringe Einschlüsse, etwas mehr dagegen im Mark. Im ganzen ist jedoch etwas weniger vorhanden, als im entsprechenden Stadium des Mai.

c: Eine Bräunung zeigt sich nur in der Epidermis der Oberseite, etwas schwächer in der oberseitigen Hypodermis, sowie in einigen Zellen der oberseitigen, peripheren Rinde und der unterseitigen Epidermis. Auch einzelne Zellen der endodermal ausgeprägten Stärkescheide weisen eine geringe Braunfärbung auf, besonders auf der Oberseite. Der Ausläufer, der an der Aufrichtungsstelle seine grösste Mächtigkeit erreicht, hat hier zugleich sein Minimum an Gerbstoff.

Stärke findet sich ziemlich wenig im Mark, vor allem in den peripheren Partieen vor den beiden breiten Blattspuren, wo die Stärkekörner sich meist um den Zellkern gruppieren, in der inneren Rinde, auch besonders vor den beiden Bündeln, und in den Chlorophyllkörnern der übrigen, schwammigen Rinde. Die Stärkescheide, in deren Mittelwänden schon häufig dunkle Punkte auftreten, enthält nur noch in einzelnen Zellen wenige Körner. Die Reservestärke hat gegenüber b abgenommen, dagegen tritt hier auch Assimilationsstärke auf.

d: Die Bräunung ist intensiver als bei c. Tief braun gefärbt ist die Epidermis der Oberseite, schwächer die der Unterseite, die Hypodermis und einige periphere Rindenpartieen. Gebräunt ist auch reichlich die Hälfte der Endodermiszellen, zwischen denen vollkommen farblose liegen, sowie das Parenchym des Primärholzes und peripheren Mark; schwach viele Zellen der Markstrahlen in den beiden Blattspuren. Der Schnitt ist im ganzen ebenso braun gefärbt wie der entsprechende vom 6. 5. 14.

Assimilationsstärke liegt in der Rinde mehr als bei c, im Mark dagegen nur noch wenig, sodass im ganzen etwas weniger als in c vorhanden ist. Gegenüber dem 6. 5. 14 ist eine Zunahme der Assimilationsstärke zu konstatieren.

Der Gerbstoffgehalt nimmt also an der Spitze zunächst wenig ab, bleibt dann bis zum unteren Ende der Knospe ziemlich konstant, von wo er nach der Mitte hin allmählich weiter abfällt, und tritt am unteren Ende, vor allem in dem überwinterten Teile, dann wieder etwas intensiver auf. Die oberen Partieen sind erheblich intensiver gebräunt als im Mai.

Die Speicherstärke nimmt nach dem unteren Ende hin ab nach Überschreitung eines geringen Maximums in b, während die Menge der Assimilationsstärke zunimmt, sodass im Verlaufe des Ausläufers nur sehr geringe Schwankungen in der Stärkemenge vorkommen.

16. 7. 14.

Von der 31,3 cm langen Achse kriechen 13 cm am Boden und sind an den Knoten bewurzelt. Der bogenförmig aufgerichtete vordere Teil hat ausgeblüht und trägt Früchte an den aufgerichteten Trauben.

Schnitt a bis f: Durch die Spitzenregion längs, quer durch die Achse in 1—3—16—29—31 cm Entfernung von der Spitze.

Anatomisch gleichen die Schnitte fast ganz den entsprechenden vom 18. 6. 14. In b und c nimmt das Mark $^1/_3$ des Durchmessers ein. Der fast doppelt so grosse Querschnitt d weist bereits ein ziemlich beträchtliches sekundäres Dickenwachstum und infolgedessen einen Holzring auf, der besonders an den beiden Blattspuren noch mächtiger ist in e. Die in f noch weiter als in c vom 18. 6. 14 fortgeschrittene sekundäre Zuwachszone hat das Mark auf $^1/_9$ des Durchmessers reduziert. An der Aufrichtungsstelle d ist das Mark etwas excentrisch nach oben verlagert.

a: Noch deutlicher als der nicht genau radial getroffene Vegetationskegel zeigt die entsprechenden Verhältnisse ein in einer Achsel des zweitobersten Blattpaares sitzende, genau halbierte Seitenknospe. Das Markmeristem ist intensiv gebräunt bis zu den Markinitialen dicht unter der Kuppe des Vegetationskegels hinauf, ebenso die beiden ersten, seitlich gelegenen Blattwülste. Die übrigen Gewebe sind schwach gelblich gefärbt.

Gleichmässig gebräunt sind die Gewebe des ersten Internodiums, während vom zweiten ab zentrales Mark und mittlere Rinde nur schwach diffus getönt sind; die Epidermis und die Bündelzone mit ihrer Umgebung, sowie die Knotenpartieen sind intensiver gebräunt.

Eine geringe Stärkespeicherung setzt unterhalb des stärkefreien Vegetationskegels im Mark des ersten Internodiums ein, in den folgenden Internodien nimmt sie an Menge und Korngrösse etwas zu, besonders in der Stärkescheide und den benachbarten Rindenpartieen. In den oberen Regionen enthält das Mark etwas mehr Stärke als die Rinde, am meisten liegt in den Knoten.

b: Die Bräunung ist hier erheblich intensiver als im gleichem Stadium des Juni. Dunkelbraun gefärbt sind die Epidermis, das Phloëm, die Markstrahlen und das Vasalparenchym + peripherem Mark. Rinde und Mark sind hellbraun gefärbt.

Stärke liegt ziemlich viel im Mark und in der Stärkescheide, weniger und feinkörnigere in der Rinde.

c: Die Intensität der Bräunung hat gegenüber b wesentlich abgenommen. Dunkelbraun ist die Epidermis gefärbt, etwas heller die Hypodermis, der Kambiumring mit den inneren Phloëmpartieen, die Markstrahlen und das Holzparenchym mit dem angrenzenden, peripheren Mark. Die innere Rinde und das zentrale Mark sind fast farblos.

Die Stärkemenge ist im Mark und in der Rinde ungefähr die gleiche wie bei b, in der Stärkescheide hat sie erheblich zugenommen.

d: Eine Braunfärbung zeigt sich nur in der Epidermis, auf der Unterseite nur schwach in wenigen Zellen.

Die Stärke hat gegenüber c etwas abgenommen, sie ist in derselben Verteilung und gleicher Menge vorhanden wie im entsprechenden Schnitte c vom 18. 6. 14.

e: Der Gerbstoff hat wieder etwas zugenommen. Braun gefärbt ist die Epidermis, vor allem auf der Oberseite, viele Zellen der Endodermis, sehr schwach einige Partieen des Phloëms und die Zone des Primärholzes + peripherem Mark.

Die Menge der abgelagerten Stärke hat ebenfalls etwas zugenommen. Ziemlich viel liegt in der inneren Rinde und im peripheren Mark, besonders zu beiden Seiten der beiden Blattspuren. Die übrige Rinde und das zentrale Mark enthält etwas weniger Stärke.

f: Die Intensität der Bräunung hat weiter zugenommen. Ausser der Epidermis sind auch einige periphere Rindenpartieen braun gefärbt, besonders auf der Oberseite. In der infolge des relativ starken, sekundären Dickenwachstums breiten Bündelzone weisen die Endodermiszellen bis auf wenige Ausnahmen, der grösste Teil des Phloëms, die meisten Markstrahlen und das Parenchym des Primärholzes mit dem peripheren Mark eine Bräunung auf. Im ganzen ist hier eine stärkere Bräunung wahrzunehmen als am unteren Ende der im Juni und Mai untersuchten Achse.

Die Stärkemenge hat in der Rinde erheblich zugenommen, wenig liegt im Mark. Im ganzen enthält das untere Ende mehr als im Juni und Mai.

Die Gerbstoffällung ist im ganzen intensiver als im Juni, sie hat in d ihr absolutes Minimum; nicht sehr scharf ausgeprägte Maxima liegen eben unterhalb des Vegetationskegels in b und in f.

Die Stärkespeicherung beginnt dicht unter dem Vegetationskegel und erstreckt sich mit verschiedenen Schwankungen bis zum unteren Ende. Ein Teilmaximum liegt bei c. Besonders reichlich ist in diesem Monat Assimilationsstärke anzutreffen.

14. 8. 14.

Der 52,5 cm lange Ausläufer besteht aus 18 Internodien und schliesst ab mit einer Endknospe, die sich nur wenig vom Erdboden erhebt. Schon vom 4. Knoten ab sind sämtliche Knoten bewurzelt. Aus den Achseln der gegenständigen Blätter kommen häufig kleine Seitenzweige hervor. Die Spitze und das untere Ende sind braun gefärbt, die ganze übrige Achse braungrün.

Schnitt a bis f: Der Länge nach durch die Spitzenregion, quer durch die Achse in 1—3—26—52 cm Entfernung von der Spitze, längs durch eine Knotenregion 6 cm unterhalb e.

Die Spitze bietet dasselbe morphologische Bild wie in den vorigen Monaten; in den Knotenpartieen, sowie im ganzen, ersten Internodium sind Rinde und Mark lückenlos gebaut. Später weisen infolge grosser Interzellularräume Mark und Rinde eine netzartige Struktur auf. In e ist das Mark etwas nach oben verlagert, da an dieser Stelle die Achse sich in der Fruktifikationsperiode aufgerichtet hatte. Die Zone grösster Mächtigkeit ist dagegen schon nach d hinaufgerückt. Im Knoten bestehen Mark und Rinde aus kleinen, abgeflachten, ohne Lücken aneinander grenzenden, sehr schwach collenchymatischen Zellen. Am längsten ist die diaphragmatische Zone im Mark, das sich im Knoten plötzlich erweitert.

a: Die Spitzenregion zeigt ähnliche Verhältnisse wie in den vorigen Monaten: Im Innern des Vegetationskegels, sowie im jüngsten Internodium ist eine ziemlich intensive Bräunung wahrzunehmen, die bald etwas abnimmt und sich dann in fast gleicher Intensität durch mehrere Internodien in Mark und Rinde erstreckt. Am intensivsten sind die Knotenregionen, sowie die parenchymatischen Elemente in der Gefässbündelregion und die Epidermis gebräunt.

Dicht unter dem Vegetationspunkt setzt eine geringe Stärkespeicherung ein, die bis b ziemlich gleichmässig zunimmt, besonders in der Stärkescheide mit wenigen inneren Rindenzellreihen und im Mark.

b: Die Bräunung ist hier intensiver als in b vom 16. 7. 14. Tief braun gefärbt sind die Epidermis, sowie Siebteil, Markstrahlen und Holzparenchym + peripherem Mark, besonders vor den beiden Blattspuren. Etwas schwächer gebräunt ist die Hypodermis. Rinde und Mark weisen eine diffuse, hellbraune Färbung auf.

Stärke ist in gleicher Menge und derselben Verteilung wie bei b vom 16. 7. 14 gespeichert, nur in der Stärkescheide etwas mehr.

c: Der Gerbstoffgehalt ist etwa der gleiche an Intensität und Verbreitung wie im Schnitte c der im Juli untersuchten Achse, hat aber gegenüber b abgenommen.

Die Stärke hat sich gegenüber b, wo sie sich auch in Rinde und Mark fand, auf die Stärkescheide mit 1 bis 2 aus ihr hervorgegangenen Zellreihen der inneren Rinde beschränkt. Es ist weniger vorhanden als im gleichen Stadium vom 16. 7. 14.

d: Der Gerbstoff hat hier ein Minimum, ist aber wesentlich reichlicher vorhanden als bei d vom 16. 7. 14. Tief braun gefärbt ist die Epidermis, sehr schwach die Hypodermis, wenige periphere Rindenzellen, die Endodermis, deren Zellen zum Teil lufthaltig sind, das Phloëm und das Parenchym des Primärholzes mit dem peripheren Mark.

Stärke findet sich etwas weniger als im entsprechenden Stadium des Juli im peripheren Mark, in der inneren Rinde, besonders vor den beiden Blattspuren, nachdem sie ihr Maximum überschritten hat, welches zwischen c und d an der Stelle der grössten Dicke der Achse in 10 cm Entfernung von der Spitze liegt.

e: Die Bräunung ist nur wenig intensiver als bei d; sie findet sich in denselben Geweben. Die Primordialgefässe haben sich mit braunen Infiltrationsmassen gefüllt. Der grösste Teil der Endodermiszellen ist lufthaltig.

Stärke liegt nur noch wenig in der Rinde, besonders auf der Oberseite und in der Umgebung der Endodermis.

f: Ein Längsschnitt durch die Knotenregion zeigt in den bedeutend kleineren Zellen der Rinde und des Markes einen braunen Inhalt, der sich im Internodium nur im peripheren Mark findet. Die sekundäre Zuwachszone ist farblos.

Die Stärkemenge nimmt nach dem Knoten hin etwas zu; im Knoten selbst liegt sie vor allem im zentralen Mark, während in den gebräunten Partieen des peripheren Markes und der Rinde weniger und feinkörnigere Stärke auftritt.

Im ganzen ist die Bräunung, besonders auch in den oberen Partieen, intensiver als im Juli; ihr Minimum, welches bedeutend

schwächer ausgeprägt ist, als in den vorhergehenden Monaten, liegt bei d.

Die Stärkemenge hat besonders in dem unteren Teile der Achse abgenommen; sie hat ihr Maximum in 10 cm Entfernung von der Spitze.

19. 10. 14.

An der 68,3 cm langen, vollkommen niederliegenden Achse treten schon in 4,5 cm Entfernung von der Spitze die ersten Wurzeln auf. Das 36 cm lange, untere Ende ist stark bewurzelt, trägt aber keine Blätter mehr. Die ganze Achse mit den Blättern ist nach der Injektion von Kaliumbichromat bedeutend dunkler gefärbt als in den früheren Stadien. Die tiefbraune Färbung nimmt von der Spitze nach der Mitte hin nur wenig ab und tritt dann am unteren Ende wieder auf.

Schnitt a bis d: In 1—30—64—67,5 cm Entfernung von der Spitze.

In diesem Stadium ist die Ausbildung der mechanischen Elemente nicht viel weiter fortgeschritten als in dem am 14. 8. 14 untersuchten. In b liegt die Zone grösster Mächtigkeit. Am unteren Ende beginnen die peripheren, inhaltsfreien Gewebe unter Fältelung der Zellbembranen zu collabieren und abzusterben.

a: Eine sehr prägnante Tiefbraunfärbung tritt auf in der Epidermis, der Hypodermis und einigen peripheren Rindenpartieen, in der inneren Rinde, die durch tangentiale Teilungen aus der Stärkescheide hervorgegangen ist, im Kambium, vor allem auch im Holzparenchym mit dem angrenzenden, peripheren Mark. Die übrigen Gewebe sind dagegen farblos, sodass die Bräunung im ganzen weniger verbreitet ist als im gleichen Stadium des August. Auch Chlorophyll ist nur wenig mehr vorhanden, vor allem weniger als in den vorigen Monaten.

Stärke findet sich vor allem in der Stärkescheide; Mark und Rinde enthalten nur wenig. Im ganzen ist es die gleiche Menge wie bei b vom 14. 8. 14.

b: Die Bräunung hat wieder abgenommen. Doch ist sie noch ziemlich intensiv in der Epidermis, schwächer in vielen Zellen

der schwach collenchymatischen Hypodermis und der Endodermis, sowie in einigen Partieen des Siebteils und des Holzparenchyms. Nicht sehr viel grobkörnige Reservestärke findet sich in der inneren Rinde und dem peripheren Mark, besonders vor den beiden Blattspuren, etwa die gleiche Menge wie im August.

c: Gerbstoff ist ebensoviel vorhanden wie bei b. Er tritt auf in der Epidermis, einem Teil der Zellen der Hypodermis und der peripheren Rinde, sowie den meisten Endodermiszellen, die stellenweise zusammengedrückt sind und von denen einige Luft führen. Eine geringe Bräunung ist auch in einigen Partieen des Siebteiles und des Primärholzes wahrzunehmen.

Stärke liegt nur sehr wenig in der Umgebung der Endodermis, wenige Körner auch im Mark.

d: Das untere Ende ist im Absterben begriffen. Eingeleitet wird der Absterbeprozess durch eine reichlichere Gerbstoffablagerung in den meisten Geweben, zuerst peripher. Die Epidermis färbt sich dunkelbraun, die Hypodermis hellbraun, ausserdem beginnt sich der Zellinhalt der Rinde schwach zu bräunen. Die meisten Endodermiszellen sind intensiv braun gefärbt, gleichmässig hellbraun das Phloëm, etwas tiefer das Kambium, sowie die parenchymatischen Markstrahlen. Das Parenchym des Primärholzes führt tiefdunkelbraunen, das periphere Mark, besonders vor den beiden diametral gegenüberliegenden Blattspuren, hellbraunen Inhalt. Einige mm unterhalb dieser Zone sind einige periphere Partieen der Rinde schon zerfallen; der von der Endodermis eingeschlossene Zentralcylinder ist dagegen noch vollkommen lebendig. Die oberseitige Epidermis und Hypodermis lebt noch. An die zerfallenen peripheren Zellgruppen schliesst sich nach innen eine Zone an, in der die Zellen mehr oder minder inhaltsfrei, die Membranen aber tief gebräunt erscheinen. Die Zellen der inneren Rinde führen noch meist einen intensiv braunen Inhalt; zum Teil sind auch hier die Membranen schon mit braunen Substanzen imprägniert. Die innerste Zellreihe der Rinde ist vollkommen braun gefärbt; in der Endodermis liegen zerstreut neben braunen auch eine Reihe farbloser Zellen, von denen ein Teil lufthaltig ist. Das Phloëm ist ebenfalls gebräunt, ebenso ein Teil der Markstahlen und des Primärholzes.

Stärke ist nicht mehr vorhanden.

f: Ein Längsschnitt durch eine Knotenregion in der Mitte des Ausläufers zeigt wieder eine geringe Zunahme der Bräunung im Knoten. Vor allem sind tief braun gefärbt einige noch vollkommen in der Rinde eingeschlossene Wurzelanlagen, besonders die peripheren Partieen und die Calyptra. Einen intensiver braunen Inhalt führt auch die Übergangsstelle des Rindengewebes der Achse in das eines austretenden Blattes.

Nach dem Knoten hin nimmt auch die Stärkemenge zu; besonders dicht ist sie gespeichert in der Umgebung der austretenden Adventivwurzeln. Etwas feinkörnigere Stärke liegt in den gebräunten Partieen des peripheren Markes und der Rinde.

Wesentliche Unterschiede im Gerbstoffgehalt treten in diesem Entwicklungsstadium nicht auf; in c liegt ein schwaches Minimum. Die Spitze hat aufgehört zu wachsen, was sich auch in dem Mangel an Gerbstoff in den jugendlichen Partieen zu erkennen gibt. Am unteren Ende treten dagegen intensiv braune Inhaltsmassen auf als Symptome eines Absterbesprosses. Im ganzen ist der Farbton reiner braun, nicht so grünlich-braun wie in den früheren Monaten.

Die Spitzenregion ist, abgesehen von den Knotenpartieen, fast stärkefrei; nach der Mitte nimmt die Menge allmählich zu bis zu einem nicht sehr grossen Maximum, um dann nach dem unteren Ende hin wieder abzunehmen. Die unteren, absterbenden Partieen sind gänzlich stärkefrei. Im ganzen hat die Stärkemenge gegenüber dem August wesentlich abgenommen.

Zusammenfassung: In Bezug auf die morphologisch-anatomischen Verhältnisse ist sehr typisch ausgeprägt die Verminderung des Verhältnisses vom Mark zur Rinde von der vorderen, während eines Teiles der Vegetationsperiode aufgerichteten Hälfte der Achse nach dem unteren, stets am Boden liegenden Teile. Ein Unterschied zwischen der Ober- und Unterseite ist nur in diesem letzten Teile ausgeprägt, in dem die Bräunung auf der Oberseite intensiver ist als auf der Unterseite. Die Ausbildung mechanischer Elemente, besonders eines Holzringes, sowie

das sekundäre Dickenwachstum setzt in dem aufgerichteten, vorderen Teil der Achse relativ früh ein; beide entfalten aber nur eine ziemlich geringe Tätigkeit.

Der Gerbstoffgehalt, der im einzelnen Ausläufer bereits dicht unter der Knospe des Vegetationskegels im Mark, etwas später in der Rinde einsetzt, hat dicht unter dem Vegetationspunkt ein erstes Maximum; das zweite liegt eben unterhalb der Knospe und das dritte an der Basis der Achse. Ausser einem ziemlich prägnanten Minimum in oder etwas oberhalb der Mitte des Ausläufers ist eine Rythmik in der Gerbstoffablagerung nur schwach ausgeprägt, besonders am Ende der Vegetationsperiode, wenn das Längenwachstum in der Hauptsache beendet ist. Die Intensität der Bräunung in den jugendlichen Partieen nimmt vom Mai bis zum August kontinuierlich zu. Hört die Achse auf zu wachsen, so nimmt die Bräunung ab. Dieselbe Steigerung haben wir in der Zone des Gerbstoffminimums in der Mitte des Ausläufers, welches zur Zeit des intensivsten Wachstums, d. h. vom Mai bis Juli, am stärksten ausgeprägt ist. Im August und besonders im Oktober ist es bedeutend weniger prägnant. Am unteren Ende ist im ganzen nur eine geringe Gerbstoffzunahme während der Vegetationsperiode zu konstatieren.

Eine strenge Gesetzmässigkeit im Auftreten der Stärke im Verlaufe der Vegetationsperiode liess sich nicht feststellen, vor allem, da das Objekt nur wenig Reservestärke speichert, andererseits relativ viel Assimilationsstärke auftritt; ausserdem kommen hier als Faktoren sicher noch die Aufrichtung und Fruktifikation des vorderen Teiles der Achse in Betracht. Jedenfalls ist im einzelnen Ausläufer meist ein gewisses absolutes Maximum an Stärke etwa in der Zone der grössten Mächtigkeit, d. i. etwas oberhalb der Mitte, zu konstatieren: die Stärke liegt hier vor allem zu beiden Seiten der Blattspuren in Rinde und Mark. Die Reservestärke hat meist ein Maximum etwas unterhalb des zweiten Gerbstoffmaximums, die Assimilationsstärke noch weiter unterhalb dieser Zone. Nach der Fruktifikationsperiode nimmt die Stärkemenge zuerst am unteren Ende, dann auch in den übrigen Teilen der Achse ab, und wenn die Gewebe von der Basis her abzusterben beginnen, fehlt sie in diesen Partieen gänzlich.

Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse.

Die verschiedenen Entwicklungsstadien der untersuchten Rhizome lassen sich am besten verfolgen und vergleichen an der Hand der morphologisch-anatomischen Ausbildung, sowie des Verhaltens von Gerbstoff und Stärke in ihnen. Alle drei Faktoren geben nach den gemachten Untersuchungen ein in den verschiedenen Exemplaren verschieden deutlich ausgeprägtes Abbild des jeweiligen Entwicklungszustandes. Die untersuchten Objekte lassen sich einteilen in 4 Gruppen, die untereinander mehr oder weniger grosse Ähnlichkeit aufweisen:

I. oberirdische 1- bis 2jährige,
II. oberirdische mehrjährige,
III. unterirdische mit scharf abgesetzten Knotenregionen,
IV. unterirdische ohne besonders abgegrenzte Knotenregionen.

Zu I. gehören Ajuga reptans, Ranunculus repens, deren Ausläufer bereits im Hochsommer absterben; Galeobdolon luteum, das bis in den Winter hinein ausdauert; Veronica Beccabunga, Hieracium rubrum, die auch noch den Winter überdauern. Die Ausläufer dieser Pflanzen dienen vor allem deren Verbreitung, während die Rhizome der unter II. entfallenden Trifolium repens und Asarum europaeum ausserdem noch die Funktion von Speicherorganen zu erfüllen haben. Auch die untersuchten unterirdischen Rhizome enthalten, besonders am Ende der Vegetationsperiode, eine mehr oder weniger grosse Menge von verschiedenen Reservestoffen. Von ihnen gehören zu III. Scutellaria galericulata, Mentha silvestris, Aegopodium Podagraria, zu IV. Arnica Chamissonis, Achillea nobilis.

Was zunächst die für die Rhizome charakteristischen anatomischen Merkmale, besonders im Vergleich mit den oberirdischen Stengeln betrifft, so fand ich die zum Teil bereits in den in der Einleitung angeführten älteren Arbeiten gemachten Resultate bestätigt. Ein Schutzgewebe in Form einer Phellogenschicht, deren Entwicklung später noch im Besonderen behandelt werden soll, fand sich, abgesehen von den oberirdischen einjährigen Ausläufern, wo es ganz fehlt oder nur gering entwickelt ist, in fast allen Rhizomen, und zwar besonders in den unterirdischen, ausser bei den Labiaten Scutellaria galericulata und Mentha silvestris. Bei Aegopodium Podagraria stirbt sehr früh die Epidermis ab, und eine Korkschicht begrenzt das Rhizom nach aussen. Spaltöffnungen fehlen alsdann natürlich gänzlich, bei der Wasserpflanze Veronica Beccabunga auch bereits in der Epidermis. Auf der Epidermis der unterirdischen Rhizome fanden sich Trichome, und zwar zahlreiche Drüsenhaare nur bei Mentha silvestris und vor allem bei Scutellaria galericulata, namentlich in der Region der Endknospe. Bei Trifolium repens entfalteten die Drüsenhaare eine derart intensive, secernierende Tätigkeit, dass die jugendlichen Internodien vollkommen in eine Schleimschicht eingehüllt waren. Bei den oberirdischen Ausläufern waren meist auch andere Trichome vorhanden, vor allem bei Hieracium rubrum. Zu den Schutzgeweben ist auch die Endodermis zu rechnen, die bei keinem der untersuchten Rhizome fehlt, und deren Entwicklung besonders eigenartig bei Rannuculus repens ist. Relativ früh, häufig schon nach der definitiven Streckung und Dehnung der Gewebe, wandelt sich bei den meisten Rhizomen die Stärkescheide in eine Endodermis mit meist deutlich erkennbaren Casparyschen Punkten um, die nur einzelne inhaltsreichere Durchlasszellen aufweist.

Das die mechanisch wirksamen, besonders die verholzten Gewebe im Rhizom stark reduziert sein können, fand ich besonders bei Asarum europaeum und Aegopodium Podagraria, wo sie sich auf geringe, collenchymatische Verdickungen der peripheren Rinde beschränken. Relativ zahlreich und stark entwickelt sind die sklerenchymatischen Elemente bei Mentha silvestris und besonders bei Scutellaria galericulata, wo ausser einem schon früh

angelegten Holzring auch das Grundgewebe von Steinzellen durchsetzt ist. Ein Vergleich der unterirdischen Rhizome mit dem oberirdischen Stengel wurde durchgeführt bei Arnica Chamissonis und Scutellaria galericulata. Hierbei ergab sich, dass im oberirdischen Stengel die sklerenchymatischen Elemente nicht nur bedeutend zahlreicher und kräftiger entwickelt sind, sondern dass auch die Verholzung, namentlich bei Arnica Chamissonis, erheblich weiter fortschreitet.

Die Verminderung des Verhältnisses vom Mark zur Rinde und die damit zusammenhängende zentripetale Tendenz der intermediären Zone, sowie das Fehlen einer Markhöhlung in den meisten Rhizomen, die auf das mechanische Prinzip der Zugfestigkeit zurückgeführt wird, ist bei den unterirdischen Rhizomen noch stärker ausgeprägt als bei den oberirdischen. Besonders prägnant treten diese Verhältnisse wieder zu Tage bei dem Vergleich zwischen oberirdischem Stengel und Rhizom von Arnica Chamissonis und Scutellaria galericulata, wo im oberirdischen Stengel der unter einer sehr schmalen Rinde gelegene, stark sklerenchymatisch durchsetzte und mächtige, periphere Faserbelege aufweisende Bündelring eine grosse Markhöhlung umschliesst. Im Rhizom fand ich eine zentrale Markhöhlung nur bei Aegopodium Podagraria, Scutellaria galericulata, Ranunculus repens, Galeobdolon luteum, Ajuga reptans, gering entwickelt bei Veronica Beccabunga. In den typischen Speichergeweben, wie sie sich z. B. bei Scutellaria galericulata im Herbst entwickeln, findet sich stets ein solides Mark.

Für das wagerechte Wachstum der Rhizome ist nun charakteristisch, dass dieses Verhältnis von Mark zu Rinde von der Spitze nach der Basis beträchtlich abnimmt, da besonders die basalen Partieen auf Zugfestigkeit beansprucht werden. Die Zone grösster Mächtigkeit des Markes liegt etwa $^1/_3$ der Rhizomlänge von der Spitze entfernt. Besonders auffällig ist die Abnahme bei Veronica Beccabunga, wo am unteren Ende der Holzring der Bündelzone nur ein aus wenigen kleinen Zellen bestehendes Mark umschliesst, was in der starken Inanspruchnahme durch Zug in fliessendem Wasser seine physiologische Erklärung findet, während das Mark im vorderen, aufgerichteten Teile der Achse den

grössten Teil des Querschnittes ausmacht. Abweichend verhält sich Mentha silvestris, wo eine Reduktion des Markes kaum eingetreten ist. Hiermit hängt ferner zusammen, dass infolge Fehlens grösserer, parenchymatischer Komplexe von Assimilations- oder Speichergewebe der gesamte Querschnitt an Grösse nach dem unteren Ende beträchtlich abnimmt, während die sklerenchymatischen Gewebe immer stärker ausgebildet werden und unter Reduktion des Markes immer weiter nach der Mitte verlegt werden. Ist die für die Rhizome charakteristische Abrundung des Querschnittes nicht eingetreten, wie bei den Labiaten, so treten doch zum mindesten in der basalen Region die Kanten sehr zurück, während sie an dem aufgerichteten, blühenden Teil des Ausläufers von Galeobdolon luteum besonders scharf hervortreten. Wo am Ende der Vegetationsperiode Speichergewebe ausgebildet werden, wie bei den Labiaten, da finden sie sich nur in den oberen Partieen des Rhizoms, deren mechanische Gewebe dann sehr zurücktreten, während die nur gering mächtige, basale Region auch hier vor allem mechanische Funktionen zu erfüllen hat und infolgedessen ein starkes, mechanisches Gewebe entwickelt. Eine solche Zunahme des mechanischen Gewebes unter Reduktion des Markes findet sich zwar auch im Hypokotyl der oberirdischen Achse, das analoge Funktionen zu erfüllen hat, aber nicht so extrem ausgeprägt und nicht auf einer relativ so langen Partie. Der Zugfestigkeit dienen auch die Einrichtungen, dass das Mark der basalen Region bei Achillea nobilis und Mentha silvestris aus getüpfelten und verholzten Zellen besteht, während die bei den oberirdischen Stengeln im Mark sich findenden, Luft führenden Höhlungen bei den Rhizomen häufig in der Rinde auftreten; bei Ajuga reptans und vor allem Rannuculus repens sind sie lysigener Natur, bei Veronica Beccabunga, Mentha silvestris, Arnica Chamissonis sind es interzelluläre Luftgänge. Am unteren Ende ist das Mark stets lebendig, auch bei Rhizomen, die im übrigen gewöhnlich Marklakunen aufweisen, z. B. bei Aegopodium Podagraria und Galeobdolon luteum, wo das solide Mark am unteren Ende stets beträchtliche Mengen Stärke speichert. Die ziemlich peripher gelegenen Bastfaserbelege sind in den Rhizomen weniger stark entwickelt und bleiben häufig lange Zeit

zartwandig, z. B. bei Arnica Chamissonis, Aegopodium Podagraria, Asarum europaeum, im Gegensatz zu dem zentraler gelegenen, aus verholzten Xylemelementen und prosenchymatischen, peripheren Markpartieen gebildeten Sklerenchymring. Bei Mentha silvestris und Scutellaria galericulata sind die Siebteilbelege aber bereits ziemlich früh verholzt, wie überhaupt die Rhizome der Labiaten auch nach den Angaben von Haupt [vgl. Einleitung] ein von den meisten übrigen Rhizomen häufig recht abweichendes Verhalten zeigen.

Die Reduktion des Xylems mit seinen meist ziemlich engen und wenigen Gefässen gegenüber dem in der Entwicklung der Rhizome zuerst angelegten und auch in den späteren Stadien überwiegenden Phloëm ist besonders extrem ausgeprägt bei einer Reihe von sekundär eingeschalteten Leitbündeln bei Aegopodium Podagraria und Galeobdolon luteum, die fast nur aus einem Siebteil bestehen, sowie in der speichernden Region von Scutellaria galericulata.

Da die untersuchten Ausläufer in oder auf der Erdoberfläche hinkriechen und von dieser getragen werden, also nicht auf Biegungsfestigkeit beansprucht werden, so ist es erklärlich, dass an der Spitze eine relativ lange Partie schlaff und biegsam, ohne jeden mechanischen Halt und Schutz ist. So waren z. B. bei der schnell in die Länge wachsenden Achse von Galeobdolon luteum im Juni die vorderen $^2/_5$ vollkommen weich und schlaff; die Grenze rückt im Laufe der Jahresperiode etwas nach der Spitze hinauf. Der blühende, vordere Teil der Achse ist dagegen meist aufgerichtet und zeigt dementsprechend andere anatomische Beschaffenheit, wie z. B. bei Veronica Beccabunga und Galeobdolon luteum.

Das sekundäre Dickenwachstum schreitet nicht immer regelmässig mit dem Altern des Ausläufers fort, z. B. bei Aegopodium Podagraria, ebenso die Verdickung und Verholzung der mechanischen Elemente, vor allem der relativ peripher gelegenen Bastfaserbelege, wie bei Trifolium repens, Ranunculus repens, Galeobdolon luteum u. a., besonders an nicht genau wagerecht gewachsenen Teilen der Rhizome. Ob eine solche stärkere Ausbildung sklerenchymatischen und verholzten, mechanischen Ge-

webes auch im einzelnen Teile des Ausläufers vielleicht u. a. von der Nähe von Adventivwurzeln abhängt, wie Dauphiné dies allgemein vom gesamten Ausläufer nachgewiesen hat [vgl. Einleitung], bleibt zu untersuchen. Im übrigen kommen Unregelmässigkeiten in der anatomischen Entwicklung, sowie auch in der Rythmik der Inhaltsstoffe im Verlaufe mehrjähriger Rhizome noch an der Grenze zweier Jahrestriebe vor, indem an der Basis eines Triebes die mechanischen Elemente häufig zahlreicher und stärker entwickelt sind, als in der vorderen Partie des nächstälteren Jahrestriebes trotz der grösseren Anzahl Jahresringe; ein Beispiel hierfür ist Trifolium repens.

Gerbstoff und Stärke wird bei den zur ersten Gruppe gehörenden Ausläufern nicht in erheblichem Masse gespeichert, deshalb tritt hier die typische Rythmik in der Ablagerung zum Teil nicht sehr prägnant hervor. Bei Galeobdolon luteum, schwach auch bei Ajuga reptans und Ranunculus repens liegt bereits in den meristematischen Geweben unter dem Vegetationskegel und in der Bündelzone ein partielles Maximum. Ein weiteres Maximum stellt sich dann unterhalb der durch ein Gerbstoffminimum ausgezeichneten Streckungszone ein, welches nur bei Galeobdolon luteum sehr schwach, bei den übrigen beiden beträchtlich stärker als das erste ausgebildet ist. Mit der weiteren Differenzierung der Gewebe nimmt die Gerbstoffmenge wieder ab, und nach Überschreitung eines Minimums steigt sie in den definitiv ausgebildeten Teilen langsam nach dem unteren Ende wieder an, vor allem in den peripheren Partieen der Oberseite. Hieracium rubrum hat ein Gerbstoffmaximum eben unterhalb der fast gerbstoffreien Endknospe, ein Minimum in der Mitte des Ausläufers.

Bei Trifolium repens, wo im ganzen nur minimale Gerbstoffmengen abgelagert werden, liegt ein sehr geringes Maximum in den meristematischen Geweben unterhalb des Vegetationskegels und der Bündelzone, sowie an der Insertionsstelle. Asarum europaeum hat zwei scharf ausgeprägte Gerbstoffmaxima ober- und unterhalb der Streckungszone, von denen das erste am gröfiten ist.

Bei Mentha silvestris und Scutellaria galericulata steigt der Gerbstoffgehalt von der farblosen Kuppe des Vegetationskegels

an bis zu einem beträchtlichen Maximum am unteren Ende der Knospe, dann hellen sich die Gewebe in der Streckungszone wieder auf zu einem Minimum, von dem aus der Gerbstoffgehalt wieder allmählich ansteigt bis zum unteren Ende. Bei Aegopodium Podagraria sind nur die ersten beiden, meristematischen und ungestreckten Internodien der Endknospe gerbstoffrei; dicht darunter, sowie an der Basis liegen nur schwach ausgebildete Gerbstoffmaxima.

Bei Arnica Chamissonis wird das erste Gerbstoffmaximum bereits dicht unterhalb des Vegetationskegels erreicht; nach Überschreitung eines Minimums am unteren Ende und dicht unterhalb der Knospe steigt die Menge dann wieder nach der Basis hin an. Ähnlich verhält sich Achillea nobilis, nur dass hier die Spitzenregion im ganzen sehr wenig Gerbstoff enthält ausser im winterlichen Zustande.

Besonders reichlich findet sich der Gerbstoff vor allem in den jugendlichen Partieen in und zu beiden Seiten der Bündelzone, in der inneren Rinde und im peripheren Mark; auch ist hier die Strecke minimalster Bräunung in der Streckungszone am kürzesten, meist verschwindet sie überhaupt nicht ganz. Die Aufhellung zu Beginn der Gewebedifferenzierung, sowie auch der Streckungszone tritt durchweg zuerst im zentralen Mark ein, vor allem bei den unterirdischen Rhizomen, sodass hier das Mark der Rinde und diese wiederum der Bündelzone in der Entwicklung vorauseilt. Vollständig gerbstoffrei ist die Zone der geweblichen Differenzierung bei Trifolium repens, Ajuga reptans, Hieracium rubrum, Ranunculus repens, Aegopodium Podagraria, in der Wachstumsperiode auch bei Achillea nobilis; eine nicht so weit gehende Gerbstoffabnahme zeigt sich bei Galeobdolon luteum und besonders bei Veronica Beccabunga. In der Streckungszone setzt der Gerbstoff abgesehen von den peripheren Partieen der Oberseite vollständig aus bei Trifolium repens, Ajuga reptans, Ranunculus repens, Veronica Beccabunga: trotz beträchtlicher Abnahme verschwindet er nicht ganz bei Scutellaria galericulata, Mentha silvestris, Arnica Chamissonis, Achillea nobilis, Asarum europaeum. Die Zone ameristischer Streckung ist nur durch ein schwaches Gerbstoffminimum ausgeprägt bei Hieracium rubrum,

Galeobdolon luteum, besonders auch bei Aegopodium Podagraria.

Ein prinzipieller Unterschied in der Rythmik der Gerbstoffablagerung besteht im allgemeinen zwischen den untersuchten ober- und unterirdischen Rhizomen. Während bei den oberirdischen die Zone ameristischer Streckung etwa in der Mitte zwischen Spitze und Basis liegt und im Laufe der Vegetationsperiode meist nur wenig hinaufrückt, findet sich bei den unterirdischen eine durch ein meist schärfer abgesetztes Gerbstoffminimum ausgeprägte Streckungszone nur in, oder dicht unterhalb der Spitzenregion. Ein besonders prägnantes Beispiel hierfür sind die beiden, in der Gerbstoffällung sonst viel Ähnlichkeit besitzenden Kompositen Hieracium rubrum und Arnica Chamissonis.

Im Laufe der Jahresperiode ändern sich diese Verhältnisse prinzipiell kaum mehr; im allgemeinen nimmt der Gerbstoffgehalt mit dem Alter zu, zum Teil in beträchtlichem Masse, wie z. B. bei Scutellaria galericulata, Arnica Chamissonis, Achillea nobilis. In den einjährigen Rhizomen nimmt die Bräunung in den peripheren Partieen zu, in den inneren nimmt sie dagegen gegen Ende der Vegetationsperiode allmählich ab, bis der Absterbevorgang eintritt, bei dem sich die Zellen aufs Neue mit braunen Inhaltsmassen füllen, die dann allmählich resorbiert werden, während die Bräunung auf die Membranen übergeht. Am längsten erhalten sich die Leitbündel und die umgebenden parenchymatischen Elemente lebendig, z. B. an den organischen Enden der Ausläufer von Ajuga reptans und Ranunculus repens.

Reservestärke wird von den einjährigen, oberirdischen Ausläufern nur wenig gespeichert. In der Spitzenregion findet sich meist in gleichmässiger Verteilung über sämtliche meristematischen Gewebe nicht sehr viel feinkörnige Stärke. Meist zusammenfallend mit der Zone maximalsten Gerbstoffgehalts tritt dann auch ein Maximum in der Speicherung grobkörniger Reservestärke vor allem in der Stärkescheide ein. Diese Menge nimmt aber bald wieder ab, und nun beginnt bei Ajuga reptans und Veronica Beccabunga eine Ablagerung von Assimilationsstärke, welche in einiger Entfernung von der basalen Region ihr

Maximum erreicht, während bei Galeobdolon luteum und Ranunculus repens in der unteren Hälfte, besonders an der Insertionsstelle, auch erhebliche Mengen von Reservestärke wieder auftreten.

Bei Trifolium repens und Asarum europaeum, die beide recht viel Reservestärke speichern, sind, abgesehen von einem sehr prägnanten Minimum zu Beginn der Streckungszone, sämtliche Gewebe mit Stärke angefüllt, deren Menge nach dem unteren Ende nur noch wenig anwächst. Oberhalb dieses Minimums führt, besonders bei Trifolium repens, zunächst die Oberseite, unterhalb die Unterseite mehr Stärke als die gegenüberliegende Seite, vor allem in der Rinde.

Bei Aegopodium Podagraria, das ebenfalls beträchtliche Mengen Stärke speichert, sind, abgesehen von zwei Minima in der Spitzenregion, sämtliche Gewebe voll Stärke. Das erste Minimum umfasst die beiden jüngsten, in der Knospe eingeschlossenen, meristematischen Internodien, die meist vollkommen stärkefrei sind; das zweite die unterhalb der Knospe gelegene, aus bereits fertig differenzierten Geweben bestehende Region, die zur Zeit intensivsfen Längenwachstums im Hochsommer am längsten ist und in der sich Stärke nur in der Stärkescheide findet. In den übrigen unterirdischen Rhizomen der Labiaten und Kompositen findet sich Stärke nur in geringen Mengen in der Stärkescheide bis zu deren Umwandlung in eine Endodermis. Nur bei Scutellaria galericulata tritt bereis im Laufe des Sommers in der Rinde der fertig ausgebildeten Partieen nicht sehr viel Stärke auf; in der vordersten, zum Speicherorgan umgewandelten Region des wagerecht liegenden Teiles des Rhizoms findet dann am Ende der Vegetationsperiode eine beträchtliche Anhäufung von Reservestärke statt. In den meristematischen Geweben des Vegetationskegels fehlt, besonders bei den Kompositen, Stärke gänzlich, ebenso in der Umgebung von Adventivwurzelanlagen; nur bei dem oberirdischen Ausläufer von Hieracium rubrum liegt im meristematischen Chlorophyllgewebe der Knospenregion nicht sehr viel feinkörnige Stärke.

Im Laufe der Vegetationsperiode nimmt im allgemeinen die Menge der abgelagerten Reservestärke zu, und bei Rhizomen, die stets viel Stärke führen, rückt die Zone intensiver Stärke

speicherung weiter nach der Spitze hinauf. Bei den einjährigen, oberirdischen Ausläufern hat die Menge der Reservestärke ein mehr oder weniger deutliches Maximum während der Blütezeit oder eben vorher, wie bei Galeobdolon luteum. Die vorwiegend in der oberseitigen Rinde liegende Assimilationsstärke hat ihr Maximum im Hochsommer. An der Insertionsstelle, die meist viel Reservestärke enthält, nimmt die Menge ziemlich gleichmässig im Laufe des Sommers zu. Wird der Absterbevorgang eingeleitet, so verschwindet allmählich die gesamte Stärkemenge, zuletzt aus der Bündelzone. In den überwinternden Speicherrhizomen von Trifolium repens tritt bereits im Laufe des Oktober in den mittleren Partieen, znerst in der Rinde, eine Abnahme der Stärkemenge ein, die nach den Angaben von Michel bis zu einem Minimum im Winter fortschreitet. In der Spitzenregion enthält die Rinde bei den meisten Objekten reichlicher Stärke als das Mark.

Ein vielfach abweichendes Verhalten zeigen die stets aus soliden Geweben aufgebauten Knotenregionen, die bei den Kompositen in Rinde und Mark nicht besonders hervortreten. Bei Trifolium repens, Veronica Beccabunga, Ranunculus repens, Ajuga reptans und Aegopodium Podagraria zeichnet sich die Knotenregion durch ein aus kleinen, kurzen, zartwandigen, lückenlos aneinander schliessenden Zellen bestehendes Diaphragma vor den benachbarten Internodien aus; bei Galeobdolon luteum, Mentha silvestris besteht dieses Diaphragma aus relativ früh verholzten und getüpfelten Sklerenchym- oder Steinzellen; bei Scutellaria galericulata ist das schmale Diaphragma selbst zartwandig, aber beiderseits umgeben von einigen Gruppen von Steinzellen, die das Diaphragma gegen die internodiale Markhöhlung abgrenzen.

Der Gerbstoffgehalt ist in den Knoten, besonders im Mark, im allgemeinen grösser als in der Umgebung, vor allem solange die Zellwandungen noch nicht verholzt sind. Als erster Typus für die Entwicklung der Knoten mag Mentha silvestris angeführt werden. Bereits im ersten Knoten tritt eine sehr intensive Bräunung auf, früher als in den Internodien und bedeutend reichlicher als in diesen. Nach Überschreitung des Maximums,

welches oberhalb des Maximums in den Internodien liegt, nimmt der Gerbstoffgehalt auch bedeutend schneller wieder ab, sodass wenig unterhalb dieser Zone zunächst die Internodien mehr Gerbstoff enthalten als die Knoten. Erst im Laufe der weiteren Entwicklung nimmt die Gerbstoffmenge in den Internodien derart ab, dass sich die Knoten wieder durch eine intensivere Bräunung auszeichnen. Bei Aegopodium Podagraria liegt das Gerbstoffmaximum bereits in den beiden Knoten, welche die Streckungszone, d. h. das Internodium minimalster Bräunung, einschliessen, während das Maximum der Internodien eben unterhalb dieser Zone liegt. Abgesehen von diesen beiden sind sämtliche übrigen Knoten nur schwach gebräunt.

In der Stärkespeicherung ist bei den einjährigen Rhizomen, die im ganzen nur wenig Stärke enthalten, in den Knoten eine meist ziemlich geringe Zunahme gegenüber den Internodien entweder nur zu beiden Seiten der Diaphragmen festzustellen, wie bei Galeobdolon luteum und Ajuga reptans, oder auch innerhalb derselben, wie bei Veronica Beccabunga und Ranunculus repens. Bei Trifolium repens und Asarum europaeum, falls man bei letzterem die anatomisch nicht weiter differenzierte Ansatzstelle der beiden Laubblätter, zwischen denen die im folgenden Jahre austreibende Knospe sitzt, als Knoten bezeichnen will, sind von der Spitze an sämtliche Knoten mit Stärke dicht angefüllt. Ähnlich verhält sich Aegopodium Podagraria; hier liegt direkt unter dem Vegetationskegel in den Knoten viel Stärke zu beiden Seiten des selbst stärkefreien Diaphragmas, sodass also die Stärkespeicherung am oberen und unteren Ende der Internodien bereits vor der Streckungszone einsetzt. Nach der definitiven Ausgestaltung der Internodien enthalten die Knotenregionen nur wenig mehr Stärke als die Internodien.

Der winterliche Zustand der Spitzenregion wurde näher untersucht bei den unterirdischen Rhizomen und bei Trifolium repens. Die Labiaten und Kompositen zeigen in Bezug auf Gerbstoff ein entgegengesetztes Verhalten. Während die Spitzenregion von Mentha silvestris und Scutellaria galericulata, hier sogar der ganze vordere aufgerichtete Teil des Rhizoms, bis auf ganz geringe restliche Gelbfärbungen der Knotenpartieen gerb-

stoffrei ist, hat das Gerbstoffmaximum in der etwas angeschwollenen Knospe von Arnica Chamissonis und besonders in der während der übrigen Jahresperiode fast farblosen Endknospe von Achillea nobilis noch erheblich zugenommen.

Die Umwandlung des überwinternden Rhizoms von Scutellaria galericulata in ein Speicherorgan bringt natürlich auch Veränderungen mit sich, eine beträchtliche Wucherung des zartwandigen, fast gerbstoffreien Rinden- und Markgewebes, starke Reduktion der leitenden Bündelelemente und Braunfärbung der peripheren Partieen. Bei Aegopodium Podagraria und besonders bei Trifolium repens zeigt sich im Herbst nach Einstellung des Längenwachstums ein winterlicher Ruhezustand in der Weise ausgeprägt, dass die Stärkemenge ziemlich gleichmässig innerhalb der Endknospe zunimmt, ohne dass eine typische Streckungsregion durch ein Stärkeminimum ausgeprägt ist, und dass kurz unterhalb der Endknospe eine gleichmässig dichte Speicherung mit einer Knotenregion einsetzt. Ferner zeigt sich noch bei der Injektion von $K_2Cr_2O_7$ in die im winterlichen Ruhezustande befindliche Knospe von Arnica Chamissonis u. a., dass die konservierende Flüssigkeit viel schwerer und langsamer durch die Knospenschuppen in die inneren Gewebe eindringt als im Sommer.

In den untersuchten Rhizomen entsteht die Phellogenschicht stets hypodermal. Die Hypodermis ist ursprünglich ähnlich intensiv gebräunt wie die Epidermis und bleibt es auch noch, wenn sich durch die ersten tangentialen Teilungen die Phellogenschicht gebildet hat. Bald blähen sich jedoch die Zellen der äussersten Reihe auf und erhalten einen helleren etwas mehr rötlichen Farbton, während die inneren Zellreihen noch klein und intensiv gebräunt bleiben. Dieses Stadium bleibt bei den Kompositen relativ lange erhalten. Schliesslich hellt sich die ganze Phellogenschicht mehr oder weniger auf, es tritt der Verkorkungsvorgang ein. Stirbt die Epidermis ab, wie bei Aegopodium Podagraria, so fühlt sich die äusserste, grosszellige Reihe mit dunkelbraunen Inhaltsstoffen, während in den darunter liegenden Zellagen nur die dünnen Membranen braun gefärbt bleiben.

Ein ähnliches Bild bietet die Entwicklung der Endodermis. Die anfangs ebenso tiefbraun wie die umgebende innere Rinde gefärbte Stärkescheide wird allmählich gerbstoffärmer, bis schlisslich die meisten Zellen wasserklar sind, zwischen denen einzelne mehr oder weniger dunkelbraun gefärbte Durchlasszellen erhalten bleiben. Die gerbstoffreien Zellen, in deren zarten Radialwänden meist Casparysche Punkte zu erkennen sind, entleeren sich zum Teil von ihrem plasmatischen Inhalt und werden lufthaltig wie z. B. bei Veronica Beccabunga und Ajuga reptans. Bei Eintritt erheblicheren sekundären Dickenwachstums und stärkerer Ausbildung des Sklerenchymringes beginnen sich die zarten Mittelwände allmählich zu falten, sodass die Zellumina kleiner und schliesslich ganz zusammengedrückt werden. Bemerkenswert ist noch das Auftreten einer endodermisähnlichen Schicht bei Ranunculus repens kurz vor Eintritt der Verholzung der Sklerenchymscheide. Die Endodermis entsteht hier nicht wie gewöhnlich aus der Stärkescheide, sondern noch innerhalb der unverdickten Faserbelege der Leitbündel als eine ringförmig geschlossene Reihe von gerbstoffreien Zellen in deren zarten Radialwänden ebenfalls deutlich Casparysche Streifen zu erkennen sind. Tritt die Verdickung und Verholzung der Fasern ein, so wandeln sich die Endodermiszellen zu sklerenchymatischen Elementen um und gliedern sich dem Sklerenchymring an.

Die Entwicklung der Adventivwurzeln habe ich nur soweit verfolgt, als sie noch in der Rinde eingeschlossen sind. Sie entwickeln sich am frühesten bei den oberirdischen Ausläufern, vor allem, wenn sich von diesen ein Blütenstand oder eine Blattrosette erhebt. Bei Trifolium repens und Ranunculus repens z. B. zeigte sich bereits am unteren Ende der Knospe, welche eine Blütenanlage einschloss, eine Adventivwurzelanlage. Der Ort ihrer Entstehung ist sehr verschieden. Bei den Kompositen entspringen sie an beliebigen Stellen, bei den Rhizomen mit scharf abgesetzten Knoten in deren Nähe, und zwar fand ich sie bei Galeobdolon luteum häufig unterhalb des Knotens, bei Mentha silvestris noch oberhatb der Achselknospe. Die meristematischen Gewebe der Wurzelanlage sind meist vollkommen frei von Gerbstoff und Stärke, entsprechend den Verhältnissen am Vegetations-

kegel des Rhizoms. Dagegen führen die die Rinde durchdringende Calyptra und die benachbarten parenchymatischen Gewebe, besonders zu beiden Seiten des Wurzelfusses, mehr oder weniger reichlich Gerbstoff und Stärke. Auch die Übergangsregion zwischen Wurzelmeristem und Rhizomgewebe weist meist eine leichte Bräunung auf, die sich bis in die Wurzel hinein erstrecken kann, und führt etwas Stärke. Eine Beeinflussung der anatomischen Entwicklung durch die Adventivwurzeln konnte ich u. a. bei Arnica Chamissonis beobachten, wo in der nächsten Umgebung einer austretenden Adventivwurzel eine bedeutend mächtigere Entwicklung des Xylems eintritt, an das sich prosenchymatische Elemente benachbarter Gewebe angliedern. Bei Asarum europaeum, das relativ kräftige Adventivwurzeln entwickelt, wird häufig die ganze untere Seite des Bündelringes nach der Austrittsstelle hin ausgezogen, ferner zeigt sich in der Umgebung der Durchbruchsstelle eine bedeutend stärkere Entwicklung peripheren Korkgewebes.

Die ungegliederten, meist gerbstoffreichen Knospenschuppen der unterirdischen Rhizome sterben frühzeitig mit der Streckung der zugehörigen Internodien ab unter Braunfärbung der Insertionsstellen; nur bei Aegopodium Podagraria tritt anfänglich eine ziemlich weitgehende, laubblattähnliche morphologische Differenzierung ein.

Für das wagerechte Wachstum charakteristische Unterschiede in der Entwicklung der Ober- und Unterseite zeigen sich naturgemäss vor allem bei den oberirdischen Ausläufern. Bei Ajuga reptans, Veronica Beccabunga und Galeobdolon luteum tritt nur eine wenig kräftigere Entwicklung der oberseitigen Rinde ein, welche im Gegensatz zur unterseitigen mehr Chlorophyll und damit auch Assimilationsstärke enthält; ferner findet sich in der am stärksten beleuchteten Epidermis und Hypodermis der Oberseite bedeutend mehr Gerbstoff. Bei Ranunculus repens, das relativ viel Reservestärke speichert, findet sich diese besonders in den mittleren Regionen des Ausläufers, die sich durch einen ziemlich grossen Gerbstoffgehalt der oberseitigen Epidermis auszeichnen, sowie an der Insertionsstelle fast nur auf der Unterseite. Noch stärker ist das ausgeprägt bei Trifolium

repens und Asarum europaeum, immer vor allem an den Stellen, wo ein grösserer Gerbstoffgehalt der Oberseite eine intensive Beleuchtung anzeigt. Besonders empfindlich reagiert Trifolium repens auf die Nähe des Erdbodens, sodass die unterseitige Rinde in der Entwicklung hinter der oberseitigen anfangs etwas zurückbleibt, was sich durch eine oberseits intensivere Stärkespeicherung zu erkennen gibt; ähnliche Erscheinungen fanden sich gelegentlich, aber bedeutend schwächer ausgeprägt, auch bei Ranunculus repens, Hieracium rubrum, Galeobdolon luteum und Asarum europaeum. In den späteren Entwicklungsstadien von Trifolium repens sind es dann vor allem die Gefässbündel und die mechanischen Gewebe, deren Ausbildung auf der Ober- und Unterseite in verschiedener Weise und in ungleichem Tempo fortschreitet. Die Gefässbündel der Unterseite enthalten schon in ihren primären Anlagen eine grössere Anzahl von Gefässelementen mit weiterem Lumen. Besonders sind es aber die auf der Unterseite bedeutend mächtigeren, von zahlreichen, sklerenchymatischen Elementen durchsetzten sekundären Zuwachszonen, welche die Leitbündel der Unterseite 2- bis 3mal grösser werden lassen als die der Oberseite. Die auf der Oberseite etwas weniger zahlreichen Faserelemente der Bündelbelege sind hier stärker und früher verholzt und färben sich bei Zusatz von Jodjodkalium gelbbraun, während auf der Unterseite infolge Anlagerung durch Jod sich rot färbender, tertiärer Verdickungsschichten an die Membranen das Zellumen der einzelnen Fasern stark reduziert ist. Unter den untersuchten Kompositen ist es vor allem das eben unter der Erdoberfläche hinkriechende Rhizom von Achillea nobilis, welches die grössten Unterschiede zwischen Ober- und Unterseite aufweist. Hier sind die peripheren Partieen der dickeren, oberseitigen Rinde stärker collenchymatisch verdickt, während auf der Unterseite eine Phellogenschicht früher angelegt wird und eine stärkere Ausbildung erfährt. Die auf einer Seite liegenden 4-kantigen Rhizome der beiden unterirdisch wachsenden Labiaten zeigen an Ungleichheiten nur eine grössere Breite der oberseitigen Rinde. Bei Aegopodium Podgraria endlich beginnt die Stärkespeicherung unterhalb der Streckungszone meist zuerst auf der Unterseite.

In Rhizomen, welche viel Gerbstoff enthalten, wie z. B. bei Mentha silvestris, zeigt dieser eine analoge Rythmik während der Entwicklung, besonders in der Spitzenregion und den Adventivwurzelanlagen, wie die Stärke in anderen Rhizomen, sodass hier der Gerbstoff offenbar auch als Reservesubstanz fungiert. Im übrigen zeigt der ausgefällte Gerbstoff einen recht verschiedenen Farbton vom leichtesten, diffusen Grünlich-gelb bis zum dunkelsten Schwarz-braun. Abgesehen von den Konzentrationsdifferenzen wird dies eine Folge der verschiedenen chemischen Zusammensetzung der Niederschläge sein. Besonders auffällig ist die eigenartige, goldgelbe Ausfällung des Gerbstoffs bei Scutellaria galericulata, sowie die orangegelbe in einigen die Bündelzone besonders innerhalb der Knospe begleitende Zellreihen von Asarum europaeum.

Ebenso zeigt die Stärke nicht immer das gleiche Verhalten gegenüber Jod; z. B. ist die von Scutellaria galericulata gespeicherte Stärke durch Chloraljod stark quellbar und rot-violett gefärbt. Eine ähnlich violette Färbung zeigt die feinkörnige Stärke der meristematischen Gewebe der übrigen Rhizome bei Jodzusatz, während die grobkörnige Reservestärke dunkelblau gefärbt ist. Ihre Lagerung innerhalb der Zellen ist, wahrscheinlich in Abhängigkeit von der Beleuchtung und anderen Faktoren, ebenfalls eine sehr verschiedene; in einigen Fällen liegt sie um den zentral gelegenen Zellkern; in der Rinde von Galeobdolon luteum fand ich sie der dem Rhizomzentrum zugewandten Zellwand angelagert, während sie im Mark wie gewöhnlich sich auf der Unterseite der Zellen aufgespeichert findet.

An anderen Inhaltsstoffen seien noch erwähnt das Chlorophyll, das sich in sämtlichen oberirdischen Ausläufern fand, sowie in dem dicht unter der Bodenoberfläche hinkriechenden Rhizom von Achillea nobilis, und zwar vor allem in der oberseitigen Rinde. In der Spitzenregion liegt sehr feinkörniges Chlorophyll in sämtlichen Geweben; auch später, wenn sich bereits ein Sklerenchymring gebildet hat, liegt noch Chlorophyll innerhalb dieses Ringes in Mark und Bündelparenchym. Bei unterirdischen Rhizomen zeigt sich zwar auch manchmal eine grüne Färbung der Spitze, z. B. bei Mentha silvestris und Aegopodium

Podagraria, doch liess die mikroskopische Untersuchung nicht die Anwesenheit grösserer Chlorophyllmengen erkennen.

Eine Anthozyanfärbung weisen in frischem Zustande sowohl oberirdische als auch unterirdische Rhizome auf, besonders an der Insertionsstelle, den Knotenregionen und manchmal an der Spitze. Meist findet sich die Färbung bei genauerer Untersuchung, vor allem bei den oberirdischen Rhizomen, lokalisiert in der Epidermis und Hypodermis vor allem der Oberseite. Bemerkenswert ist noch, dass Anthozyan bei Galeobdolon luteum im Parenchym des Primärholzes und bei Achillea nobilis ausser in der peripheren Rinde im Epithel der in der inneren Rinde verlaufenden Ölgänge auftritt; ferner, dass in den Knotenregionen die Anthozyanfärbung bei dem oberirdischen Ausläufer von Galeobdolon luteum sich besonders oberhalb des Diaphragmas findet, während sie in dem unterirdischen Rhizomen von Mentha silvestris sich vor allem unterhalb des Diagphragmas in grösserer Intensität und Verbreitung zeigt.

Ölgänge mit gerbstoffhaltigem Inhalt, der sich bei der Konservierung in $K_2Cr_2O_7$ meist stark kontrahiert, liegen in der Rinde von Arnica Chamissonis, Achillea nobilis und Aegopodium Podagraria. Bei Achillea nobilis zeigt der Inhalt in frischem Zustande eine schöne saftgrüne Farbe, nach der Injektion von Kaliumbichromat erscheint er besonders in der Spitzenregion graugranuliert-schaumig. Das Epithel dieser Ölgänge ist in den jugendlichen Zuständen, vor allem bei Aegopodium Podagraria, ebenfalls gerbstoffhaltig, später erscheint es vollkommen farblos. Sich durch ihre Grösse vor der Umgebung auszeichnende Ölzellen mit gelblichem oder farblosem, stark lichtbrechendem Inhalt treten auf bei Asarum europaeum, vor allem im Mark. Milchröhren finden sich bei Hieracium rubrum bereits dicht unter der Spitze, wenn noch alle anderen Gewebe undifferenziert sind; sie führen, besonders reichlich in den jugendlichen Regionen einen schwärzlich-schaumigen Inhalt. Kristalle von Kalziumoxalat fand ich in den Knotendiaphragmen von Galeobdolon luteum, in den Kammerfasern von Trifolium repens und in einigen Markpartieen.

Zum Schlusse sei nochmals hingewiesen auf die merkwürdigen Interzellularsubstanzen in Form stark lichtbrechender Tröpfchen und schwarzer, sehr widerstandsfähiger Massen in Mark und innerer Rinde der älteren Entwicklungsstadien der Rhizome von Arnica Chamissonis, die mit den von Hanausek untersuchten und als Phytomelane bezeichneten Substanzen identisch sein dürften. Das hier beobachtete Auftreten schliesst sich an an die wenigen bekannten Fälle des Vorkommens von Phytomelan in vegetativen, unterirdischen Organen einiger anderer Kompositenarten (vgl. S. 102).

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	5
Einzeluntersuchungen	9
Trifolium repens L.	9
Scutellaria galericulata L.	25
Mentha silvestris L.	39
Ajuga reptans L.	49
Galeobdolon luteum Hudson	60
Arnica Chamissonis	74
Achillea nobilis L.	90
Hieracium rubrum Peter	98
Aegopodium Podagraria L.	113
Ranunculus repens L.	129
Asarum europaeum L.	144
Veronica Beccabunga L.	157
Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse	173
Lebenslauf	192

Lebenslauf.

Ich, Ernst Benneker, bin geboren am 4. Mai 1893 in Hammersbeck (Provinz Hannover), als Sohn des Rektors Albert Benneker. Von meinem 6. bis zum 11. Lebensjahre besuchte ich die Volksschule meines Heimatortes. Dann trat ich Ostern 1904 in die Quinta des Realgymnasiums zu Vegesack ein, das ich Ostern 1912 mit dem Zeugnis der Reife verliess. Von diesem Zeitpunkte an studierte ich Naturwissenschaften in Göttingen.

Ich hörte Vorlesungen bei den Herren Professoren Berthold, Ehlers, Riecke, Wallach, Kötz, Töplitz, Müller, Husserl, Schmidt, Titius, Bousset.

Allen meinen akademischen Lehrern spreche ich an dieser Stelle meinen herzlichen Dank aus, besonders aber Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Berthold für die Anregung zur vorliegenden Arbeit und ihre stete Förderung.